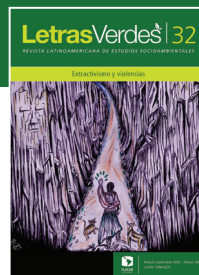





Miscelánea



## Evaluación del SCAE-Agua como herramienta para guiar la sostenibilidad del agua urbana

### Evaluating the SEEA-Water as a Tool for Guiding Urban Water Sustainability

 Susana Torres-Lopez, Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales, Universitat Autònoma de Barcelona (ICTA-UAB), España, susanatorreslo@hotmail.com, orcid.org/0000-0003-0375-9779

 Beatriz Rodríguez-Labajos, Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales, Universitat Autònoma de Barcelona (ICTA-UAB), España, labajos\_bea@yahoo.com, orcid.org/0000-0002-0559-910X

Recibido: 15 de abril de 2022

Aceptado: 30 de junio de 2022

Publicado: 30 de septiembre de 2022

#### Resumen

Entre los diferentes métodos analíticos que se pueden utilizar para analizar la gestión y las políticas sostenibles del agua, Naciones Unidas promueve la metodología estandarizada del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica para el Agua (SCAE-Agua). Si bien se ha probado a escala subnacional, su implementación en entornos urbanos está comenzando. El objetivo del artículo es evaluar hasta qué punto las herramientas disponibles dentro del SCAE-Agua pueden guiar la gestión sostenible del agua urbana. Se emplea una metodología multidimensional, preponderantemente cualitativa. Sobre la base de la información compilada del SCAE-Agua e información complementaria para aspectos sociales, el marco del SCAE-Agua fue evaluado como una herramienta para responder a los retos de sostenibilidad urbana, en las ciudades en crecimiento de América Latina. Se concluye que la implementación del SCAE-Agua en el ámbito urbano permite recopilar información sobre cantidad y calidad de los recursos hídricos, además de la economía de la ciudad. Ello es útil para organizar la información sobre los flujos y la productividad económica del agua, y para detectar presiones urbanas sobre la calidad de esta. Sin embargo, este marco pierde información necesaria para gestionar el agua como un elemento holístico entrelazado en los procesos socioambientales en las áreas urbanas. Una brecha clave identificada es la equidad del agua.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible; desarrollo urbano; economía medioambiental; gestión ambiental; gestión de los recursos hídricos

#### Abstract

Among the different analytical methods that can be used to analyze sustainable water management and policies, the United Nations promotes the standards within the System of Environmental Economic Accounting for Water (SEEA-Water). While the SEEA-Water has been tested at sub-national levels, its implementation in urban settings is just beginning. The objective of this article is to assess the extent to which the tools available within the SEEA-Water can actually guide sustainable urban water management. A multidimensional, predominantly qualitative methodology is used. Based on the compiled SEEA-Water information and supplementary information for social aspects, the framework itself was assessed as a tool to respond to the urban sustainability challenges of growing Latin American cities. The study concludes that the implementation of the SEEA-Water at the urban level enables the compilation of information on the quantity and quality of water resources and the monetary economy of the city. This is helpful to organize information on water flows and economic productivity of water, and to detect key urban pressures on water quality. However, this framework misses relevant information needed to manage water as a holistic element intertwined with socio-environmental processes in urban areas. A key gap identified is related to issues of water equity.

**Key words:** environmental economics; environmental management; sustainable development; urban development; water resources management



## Introducción y estado de la cuestión

América Latina es la región en vías de desarrollo más urbanizada a escala mundial, con el 80% de su población viviendo en áreas urbanas. La tasa de cambio anual promedio de la población urbana en Latinoamérica y la tasa natural de crecimiento de la población son similares. Sin embargo, las ciudades pequeñas e intermedias tienen tasas de crecimiento superiores a las grandes ciudades (Torres López 2019). La migración interurbana y rural-urbana, así como los procesos de descentralización son los motores de esa diferencia (Carrión 2010). Además, el modelo fragmentado de la estructura socioespacial de ciudades intermedias es común en la región, con grupos segregados internamente según factores políticos, económicos y sociales (Buzai 2014).

Como resultado, los gobiernos locales de América Latina deben hacer frente a la demanda de servicios básicos, al tiempo que enfrentan nuevos reclamos por una mejor calidad ambiental (Altomonte y Sánchez 2016). En nuestro anterior trabajo, fueron identificados los siguientes seis desafíos de la gestión del agua en las ciudades en crecimiento: 1) tomar decisiones informadas y equitativas sobre la gestión del agua en el ámbito urbano; 2) reconocer, integrar y/o restaurar los servicios ecosistémicos relacionados con el agua; 3) garantizar la calidad y cantidad de los recursos hídricos y el agua suministrada y utilizada; 4) mantener y mejorar los espacios verdes y azules de apoyo; 5) garantizar la salud pública, social y el bienestar de los ciudadanos, y 6) prevenir y gestionar los conflictos relacionados con los recursos hídricos (Torres López, Barrionuevo y Rodríguez-Labajos 2021).

Para abordar los problemas de urbanización relacionados con el agua, la literatura proporciona varios enfoques metodológicos en apoyo a las políticas y medidas de gestión sostenible. Junto con los indicadores tradicionales de población que utilizan fuentes de agua e instalaciones de saneamiento mejoradas, los análisis existentes se basan en el ciclo de vida (Loubet et al. 2014) y los indicadores de sostenibilidad urbana (Huang, Wu y Yan 2015). Cada método se centra en cuestiones específicas relacionadas con el uso, acceso o saneamiento. Sin embargo, la gestión del agua es un proceso holístico entrelazado en las decisiones sobre las áreas urbanas (Torres López, Barrionuevo y Rodríguez-Labajos 2021). Por lo tanto, los actores sociales pueden beneficiarse de una herramienta que incorpore todos los elementos relacionados con el agua, para mejorar su comprensión en las zonas urbanas.

El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica para el Agua (SCAE-Agua) es un marco conceptual conformado por un conjunto de cuentas económicas ambientales que ordenan la información hidrológica y económica de manera coherente y consistente (Naciones Unidas 2013). Los usos múltiples del SCAE-Agua incluyen: análisis económico de los usos (Gutiérrez-Martín, Borrego-Marín y Berbel 2017), cálculo de la productividad (Borrego-Marín, Gutiérrez-Martín, y Berbel 2016), aná-

lisis de flujo (Graveland, Baas, y Oppendoes 2015), conservación (Rui, Yongxiang, y Shifeng 2011), gestión de cuencas fluviales (Vicente et al. 2016) y valoración de cuestiones hídricas (Edens y Graveland 2014).

Entre las cuentas del SCAE-Agua, las más utilizadas son los Cuadros de Suministro y Uso Físico (CSU) (26 países), la cuenta económica (17 países), la cuenta de activos (16 países), la cuenta de emisiones (10 países), la cuenta de la calidad (6 países) y la valoración de los recursos hídricos (1 país) (Vardon et al. 2012). En esos estudios, la contabilidad del agua se lleva a cabo a escala nacional. Adicionalmente, 10 países han compilado cuentas del agua a nivel administrativo regional y 10 países a nivel de cuenca hídrica (United Nations 2018). En el ámbito urbano, el único ejemplo conocido por los autores es la compilación del CSU de la ciudad de Zhan-gye, en China, realizada por Z. Ma y Hui (2017).

Este artículo amplía nuestro anterior trabajo (Torres López, Barrionuevo y Rodríguez-Labajos 2019), recopilando cinco de las siete cuentas del SCAE-Agua para Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. La investigación tiene como objetivo evaluar hasta qué punto las herramientas disponibles dentro del SCAE-Agua pueden guiar a enfrentar los desafíos de la gestión del agua en las ciudades en crecimiento. Como caso de estudio se utiliza a la ciudad de Santo Domingo de los Colorados (SDC). El documento comienza con una descripción general del SCAE-Agua, seguida de los aspectos metodológicos. En la sección de resultados se expone el estado actual de los recursos hídricos del caso de estudio. Finalmente, se discuten los resultados, para comprender el potencial y las limitaciones del marco del SCAE-Agua con respecto a los desafíos específicos de la gestión del agua en las ciudades en crecimiento de América Latina.

## Materiales y métodos

El rápido crecimiento poblacional y la expansión del suelo urbano de SDC trajo desequilibrios sociales, ambientales y económicos; y acarrió problemas como la falta de servicios básicos, la desorganización vial, el comercio informal y la contaminación (Torres López 2019). Además, las acciones y soluciones no se ejecutan al mismo ritmo al que aumenta la presión sobre los recursos hídricos. Las brechas en la información estadística y la falta de estudios de apoyo también son inconvenientes importantes para la gobernanza local. La situación de SDC es, en muchos aspectos, un ejemplo de los desafíos para la gestión del agua en los contextos urbanos de América Latina.

En este estudio se adopta una metodología multidimensional, preponderantemente cualitativa, que incluye recopilación de datos oficiales, observaciones de campo, entrevistas semiestructuradas a actores clave y revisión de notas de periódico. La evaluación del marco del SCAE-Agua se realizó en cuatro etapas.

En la primera etapa, las cuentas del agua fueron compiladas. La metodología utilizada para compilar la ‘cuenta de activos’ y la ‘cuenta de calidad’ se basó en los lineamientos del marco del SCAE-Agua. En la ‘cuenta de activos’ se utiliza información sobre la cantidad de agua de los ríos, aguas subterráneas y del suelo para calcular el cambio en el stock de agua. La ‘cuenta de calidad’ se centra en las condiciones de calidad del agua para la preservación de la flora y fauna en los cuerpos de agua. Los detalles de las otras tres cuentas (CSU, cuenta de emisiones, y cuenta híbrida) están publicados en nuestro anterior trabajo (Torres López, Barrionuevo y Rodríguez-Labajos 2019). Las cuentas compiladas del SCAE-Agua para el caso de estudio se presentan en (Torres López 2019).

En la segunda etapa, el marco del SCAE-Agua fue evaluado como una herramienta para responder a los desafíos de la gestión del agua. Se adopta un patrón de preguntas para el análisis de cada una de las cuentas: ¿qué información brinda esta cuenta?, ¿cómo esta información ayuda a entender el desafío que enfrentan los actores sociales?, ¿cómo esta información ayuda a entender la magnitud del desafío?, y ¿cómo esta información guía a las partes interesadas a afrontar el desafío?

Como resultado de la segunda etapa, se identificó que el marco del SCAE-Agua requiere información complementaria sobre los servicios de los ecosistemas, así como información social y de salud para mejorar su capacidad de análisis. Por lo que, en la tercera etapa, se opta por entrevistas semiestructuradas y la revisión de notas de periódico para recolectar esta información. Las entrevistas se realizan a los líderes de los cinco barrios más cercanos a los principales ríos de la ciudad y al gobernador de la etnia Tsáchila. Adicionalmente, se realizaron entrevistas y reuniones a los actores clave del sector agua de la ciudad: el gerente de EPMAPA-SD, cuatro técnicos del municipio y 20 miembros de la sociedad civil. De esta manera, se detectó el nivel de reconocimiento de los servicios ecosistémicos que brinda el recurso hídrico, así como la percepción local sobre los beneficios y problemáticas del vivir en una ciudad con ríos cercanos. Además, las entrevistas y notas de periódico ayudaron a identificar problemas y conflictos con el agua.

Finalmente, sobre la base de la información compilada se evalúa el marco del SCAE-Agua utilizando las preguntas detalladas en la segunda etapa. Con la finalidad de responder al desafío de cómo mantener y mejorar los espacios verdes y azules de apoyo, se utilizó información sobre precipitación, evaporación y escorrentía urbana de la ‘cuenta de activos’ y de los CSU para comprender el cambio del ciclo natural del agua y los cambios en las existencias de recursos hídricos. La información de la ‘cuenta de calidad’ ayuda a estudiar la calidad de los recursos hídricos. El estudio de los servicios ecosistémicos proporcionados por el ciclo del agua, junto con la información de los CSU y las cuentas de ‘emisiones’, ‘activos’ y ‘calidad’, contribuyen a abordar el desafío de cómo reconocer, integrar y/o restaurar los servicios ecosistémicos relacionados con el agua.

Información sobre la cantidad de agua extraída, suministro y uso de agua de los CSU, combinada con información sobre el agua que retorna al ambiente también de los CSU y la calidad del agua que regresa al ambiente de la 'cuenta de emisiones' contribuye al análisis del desafío de cómo garantizar la cantidad y calidad de los recursos hídricos y el agua suministrada y utilizada. Esta información, junto con indicadores sociales y de salud, también contribuye al desafío de cómo garantizar la salud pública y social y el bienestar de los ciudadanos.

Se combinó información de entrevistas y periódicos con información de las cuentas del agua para abordar el desafío de la prevención y gestión de conflictos relacionados con el agua. Las percepciones sobre los problemas hídricos existentes y los conflictos hídricos fueron identificados. Finalmente, para abordar el desafío de cómo tomar decisiones informadas y equitativas sobre la gestión del agua en el ámbito urbano se utilizó información sobre elementos administrativos y operativos de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EPMAPA-SD) para comprender la gobernanza y el financiamiento del agua y la información de las 'cuentas híbridas' junto a la información de las otras cuentas fueron combinadas para analizar los recursos hídricos dentro de la economía.

Los datos sobre hogares e industrias provienen del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC 2010; 2019), la información económica a nivel cantonal se obtuvo del Banco Central del Ecuador (BCE 2018). El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI 2016) proporcionó datos hidrológicos, mientras que la información sobre la gestión del agua fue obtenida de la Municipalidad de Santo Domingo (GAD Municipal Santo Domingo 2015; 2016a; 2016b) y la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (2018). El Ministerio del Medio Ambiente (2014) proporcionó información sobre la calidad del agua. Debido a la disponibilidad de datos, el período de análisis se restringió al 2014-2016.

## Análisis y resultados

### Aspectos del ciclo del agua y activos hídricos

El clima en SDC es trópico-húmedo con alrededor de 287 días de lluvia al año, una precipitación media anual de 2894 mm (milímetros) y una evapotranspiración media anual de 1138 mm. Entre 2014 y 2016, la precipitación y la evapotranspiración disminuyeron un 12 % y un 7 %, respectivamente. Los cambios en los usos del suelo urbano, como las áreas pavimentadas, aumentaron la escorrentía del agua, lo que afecta el ciclo natural del agua (Elmqvist et al. 2015). En SDC, el 51 % de la precipitación total se convierte en escorrentía urbana. Esto exige una adecuada gestión de las aguas pluviales -que hasta la actualidad no existe- para evitar inundaciones y

los consiguientes impactos en la movilidad de las personas y en las actividades económicas. Para este estudio, los ríos se consideraron como activos hídricos de SDC. Por lo tanto, se analizó la variación de sus existencias utilizando la cuenta de activos del SCAE-Agua. Entre 2014 y 2016, la extracción de agua aumentó en una cantidad notable del 49 %, mientras que los retornos al agua disminuyeron en un 4 %.

### Calidad de los recursos hídricos

La descarga directa de aguas residuales al ambiente es el principal factor de estrés en la calidad de los ríos de SDC. De acuerdo con los datos disponibles, en 2014, ninguno de los cuatro ríos estudiados en la ciudad cumplió con las normas sobre oxígeno disuelto, aceites-grasas y coliformes fecales. En 2016, el Río Verde fue el único que cumplió con las condiciones de calidad del agua para la preservación de la flora y fauna en los ríos. Sin embargo, el parámetro de nitritos se encontraba fuera del límite establecido por ley. En 2014 se superó el límite de hierro en los ríos Code, Pove y Verde. Además, la concentración de mercurio excedió su límite legal en el río Code. Aguas debajo de la ciudad, la concentración de contaminantes disminuye, aunque sigue superando los límites permisibles; lo que indica la capacidad de recuperación de los ríos a pesar de las presiones de contaminación antropogénicas existentes.

### Servicios ecosistémicos de aguas urbanas

Los ríos juegan un papel esencial en la vida cotidiana de los ciudadanos, tanto a nivel de ciudad como de la región que la rodea. Ellos proporcionan agua dulce para el abastecimiento urbano, pero también para el riego de la agricultura y para las actividades ganaderas, agrícolas e industriales de la región. Esto es lo que la *Evaluación de Ecosistemas del Milenio* (2005) y TEEB (2011) llaman servicios de aprovisionamiento. El agua extraída de los ríos y las aguas subterráneas para toda la economía, incluidos los hogares, se convierte en un servicio de abastecimiento de agua.

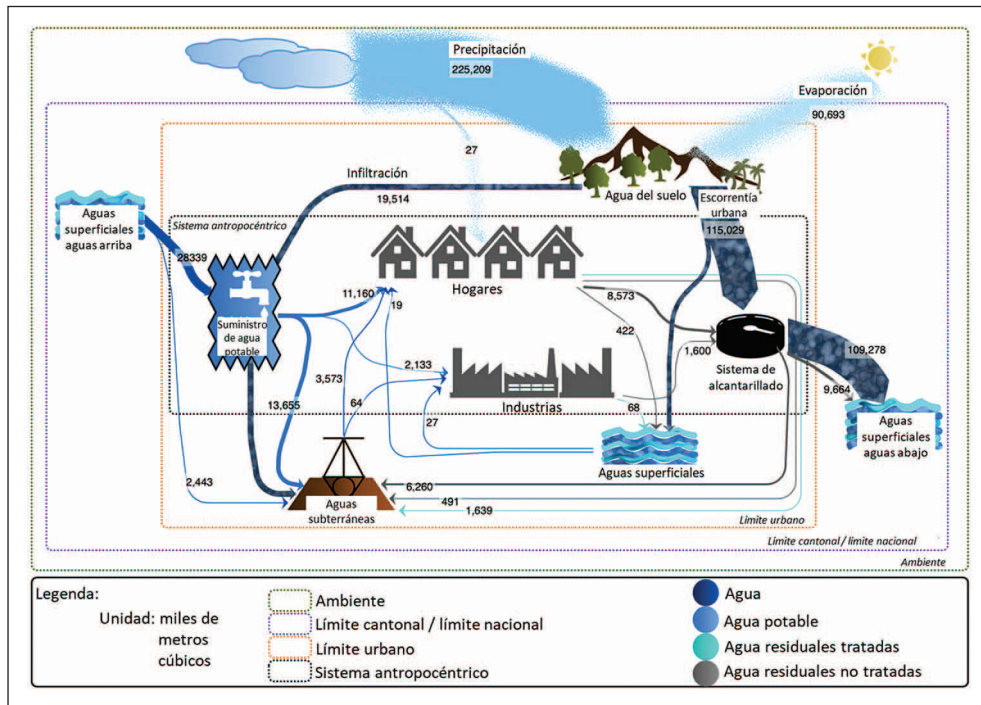
Los denominados servicios de apoyo y hábitat tales como los cantos nocturnos de grillos y ranas se los encuentra en las riberas de los ríos, y es un valioso componente sensorial del entorno urbano. En el ámbito de los servicios culturales, los ecosistemas relacionados con el agua contribuyen al bienestar de los ciudadanos. Los ríos de la ciudad constituyen espacios recreativos donde las personas pasan el tiempo libre con su familia y amigos. De acuerdo con el análisis de las entrevistas, los ríos de SDC se utilizan para deportes acuáticos, pesca, así como para el lavado de ropa o incluso de automóviles.

Es importante destacar que los ríos son un aspecto cultural esencial para la etnia Tsáchila. Según las creencias de la comunidad Tsáchilas, el agua de los ríos renueva las energías del espíritu y del cuerpo. Sus rituales se realizan en estos (Javier Aguavil, Gobernador de la etnia Tsáchila, Ecuador, 10 de septiembre del 2016).

### Abastecimiento y uso del agua

El análisis del suministro y uso del agua revela las interacciones clave entre el ambiente y el área urbana (figura 1). En 2016, la escorrentía urbana representa alrededor del 77 % de todos los flujos de agua del ambiente a la ciudad, el 21 % las aguas superficiales y el 2 % las aguas subterráneas. Existe la recolección de agua de lluvia por parte de los hogares, pero es cuantitativamente insignificante.

Figura 1. Flujos de suministro y uso de agua de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, 2016



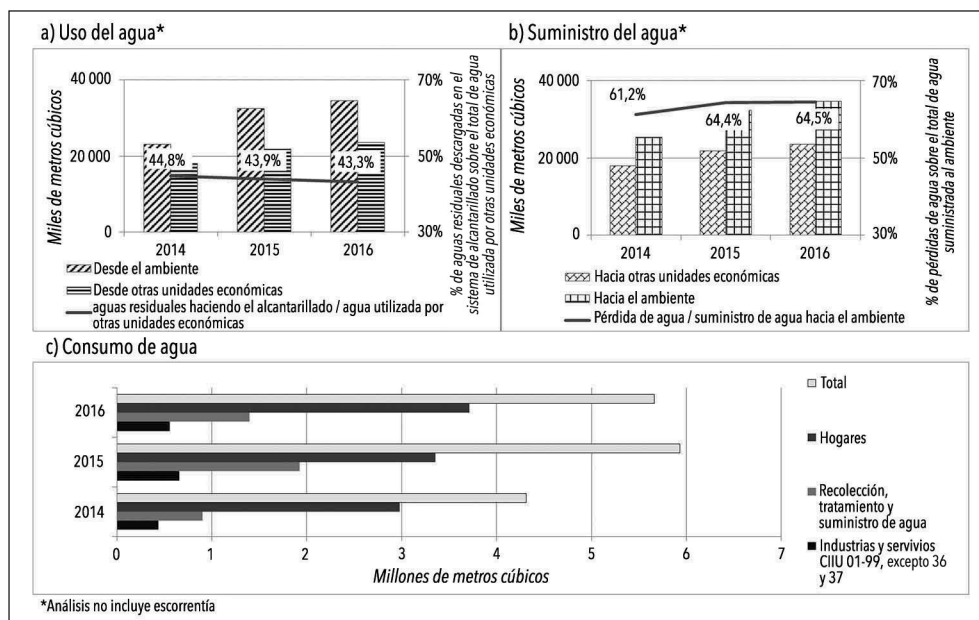
Fuente: elaboración propia.

Basado en los CSU, en 2016, la ciudad de SDC utilizó 34 551 metros cúbicos (dam<sup>3</sup>) de agua del ambiente (sin considerar la escorrentía urbana), de los cuales el 89 % provino de aguas superficiales. Del total de agua captada, el 89 % fue tratada en una planta potabilizadora. Alrededor del 11 % del agua total utilizada en la ciudad se originó en el ambiente; mientras que el porcentaje restante correspondió a intercambios de agua entre unidades económicas. Entre 2014 y 2016, las descargas de aguas residuales al alcantarillado aumentaron en un 26 %, pero la relación de aguas residuales a alcantarillado con respecto al uso de agua de otras unidades económicas disminuyó en un 1,5 % (figura 2-A).



En el caso del suministro total de agua urbana, en 2016, 58 162 dam<sup>3</sup> de agua salieron de la ciudad (sin contabilizar la escorrentía urbana). El suministro de agua a otras unidades económicas representó alrededor del 40 % del suministro total de agua de la ciudad. El 60 % restante fue liberado al ambiente. Entre 2014 y 2016, las pérdidas por conducción y distribución de agua por fugas aumentaron en un 44 %. La relación de pérdidas de agua con respecto al aporte de agua al ambiente aumentó en un 3 % (figura 2-B). El consumo de agua implica usos de agua que no se distribuyen a otras unidades económicas o no regresan al ambiente porque el agua se ha incorporado a los productos o ha sido consumida por los hogares. En el caso de SDC, en 2016, el consumo total de agua fue de 5600 dam<sup>3</sup> (figura 2-C).

Figura 2. Estudio del uso, suministro y consume de agua de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, 2014-2016



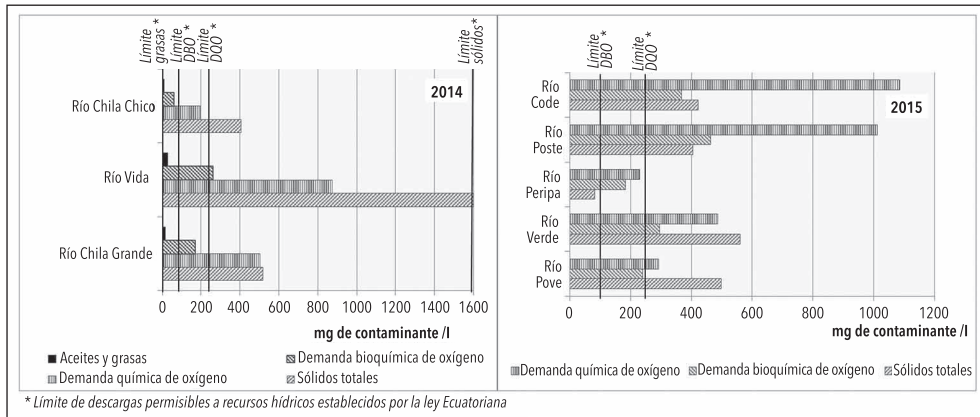
Fuente: elaboración propia.

## Retornos del agua y su calidad

En base a los CSU, en 2016, el 96 % del total de agua extraída eventualmente regresó al ambiente. El 83 % fluyó a los ríos y el 17 % restante se drenó bajo tierra. Solo el 5 % del agua de retorno (sin contabilizar escorrentía urbana) fue tratada antes de regresar al ambiente. Además, el 77 % de las viviendas urbanas están conectadas al sistema de alcantarillado (INEC 2010). Sin embargo, la ciudad de SDC todavía

carece de una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que el agua sin tratar se descarga aguas abajo hacia los ríos. De hecho, se han identificado alrededor de 670 viviendas que descargan de manera directa sus aguas residuales al río Pove (GAD Municipal Santo Domingo 2016b). La cuenta de emisiones muestra que entre 2014 y 2015 la Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno de los retornos de agua aumentó en un 33 % y 112 %, respectivamente. Las aguas residuales que fluyen hacia los ríos principales exceden los límites de contaminantes establecidos por la ley ecuatoriana en la mayoría de los puntos de control (figura 3)

Figura 3. Emisiones a los ríos de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, 2014-2015



Fuente: elaboración propia.

### Indicadores sociales y de salud

Los parásitos intestinales asociados a la calidad tanto del agua que llega a los hogares como del agua de los ríos que fluyen por SDC fue el principal motivo de visita a los servicios públicos de asistencia médica. Como referencia, en 2016, 17 395 personas fueron atendidas por enfermedades relacionadas con la mala calidad del agua (Ministerio de Salud Pública 2017).

Las fuentes de abastecimiento doméstico de agua son diversas. Alrededor del 57 % de las viviendas urbanas reciben agua potable a través de la red pública de agua. Sin embargo, el agua no se proporciona las 24 horas del día, los siete días de la semana, sino cada dos días durante aproximadamente, de tres a cuatro horas según lo establece el cronograma de EPMAPA-SD. El 35 % de los hogares extrae agua de pozos y el 7,8 % obtiene agua de camiones cisterna, ríos o agua de lluvia recolectada. Debido a la frecuencia en el suministro de agua, la mayoría de los hogares utilizan cisternas o tanques para su almacenamiento, lo que no garantiza su calidad (INEC 2010; Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Santo Domingo 2018).

En cuanto al saneamiento, el 77 % del total de viviendas urbanas están conectadas al alcantarillado público. El resto utiliza pozos sépticos o letrinas (15 %), pozos negros (3 %), vierten directamente a los ríos (4 %) o carecen de servicios sanitarios (1 %) (INEC 2010). El análisis de la pobreza a partir de las necesidades básicas insatisfechas revela que en SDC el 68,8 % de la población total vive en la pobreza, mientras que el 18 %, unos 33 300 habitantes, se encuentran en condiciones de pobreza extrema (Torres López 2017).

## Problemas relacionados con el agua

Del análisis de las entrevistas se identificaron cuatro problemas principales relacionados con el agua vinculados con el proceso de urbanización. En primer lugar, trayectos de río que cruzan la ciudad han sido canalizados, borrando el río del paisaje urbano. Si bien esto facilita la movilidad del automóvil y amplía la disponibilidad de los espacios públicos, los beneficios estéticos y recreativos que brindan los ríos desaparecen luego de su encajonamiento.

En segundo lugar, durante el rápido proceso de urbanización de SDC se construyeron ilegalmente viviendas en las riberas de los ríos. A pesar del eminente riesgo de que inundaciones naturales puedan afectar a dichas casas y al bienestar de sus habitantes, estas casas han sido legalizadas. Tercero, de acuerdo con la ley municipal, las urbanizaciones privadas deben contar con una Planta de Tratamiento Primario (PTP) para tratar las aguas residuales generadas al interior de la urbanización. Sin embargo, todos los PTP existentes en la actualidad no funcionan correctamente debido a la falta de mantenimiento. En algunos casos se ha sobrepasado su capacidad, otros tienen grietas o fisuras provocando fugas de aguas residuales. Además, la basura de los hogares e industrias arrojada a las riberas de los ríos contribuye a su contaminación.

## Conflictos del agua

En SDC se encontraron tres tipos de conflictos. Primero, el acceso al agua potable no existe en todos los hogares. Por lo tanto, los habitantes de la ciudad deben obtener este recurso por otros medios como camiones cisterna, lo que constituye un gasto extra para los hogares. Además, las fugas en la red de agua potable generan denuncias por su despilfarro. Por otro lado, el costo del servicio aumentó desde enero de 2015, lo que provocó un creciente descontento entre sus usuarios (Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Santo Domingo 2018).

En segundo lugar, la contaminación del agua afecta el bienestar de los ciudadanos tal como se concluye del análisis de las entrevistas. Además de los problemas de

salud mencionados anteriormente, en ciertas zonas de la ciudad, existe la presencia de agua residual fluyendo en las calles como consecuencia del colapso del sistema de alcantarillado. La presencia de malos olores, especialmente en verano, provocaron quejas en la población.

Finalmente, como consecuencia de la contaminación del río, la cultura Tsáchila se ha visto afectada. En 2014 y 2016 aparecieron peces flotantes muertos en el río Chiguilpe. Desde 2015, los rituales tradicionales de esta comunidad ya no se pueden celebrar en los ríos de las comunas de Chiguilpe, Peripa y El Poste debido a la contaminación del agua (Javier Aguavil, Gobernador de la etnia Tsáchila, Ecuador, 10 de septiembre del 2016).

### Gestión y financiación del agua

En SDC, la EPMAPA-SD es responsable de gestionar el agua potable y las aguas residuales de la ciudad. En 2016, de las 232 personas que laboraban en esta institución, solo el 26 % se encargaba de la operación y mantenimiento de la red y del alcantarillado. Cada categoría de usuarios (residencial, comercial, industrial y sector público) tiene un precio por el servicio. Las categorías más numerosas son la residencial (84 % del total de usuarios), seguida de la categoría comercial (15 %). La industria y el sector público representan alrededor del 1 %.

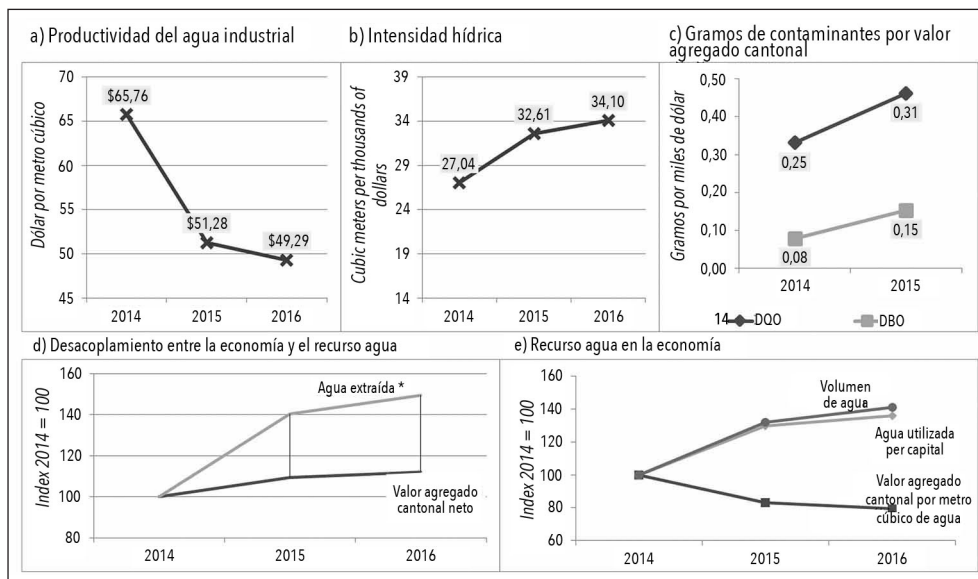
En 2016, el gasto anual total de EPMAPA-SD estuvo compuesto por un 62 % de gastos corrientes, un 30 % de costos de producción y un 8 % de gastos de capital. Las inversiones en agua potable y alcantarillado aumentaron un 14 % en 2015, pero volvieron a disminuir un 13 % en 2016. El 70 % de la inversión total se destina a la gestión del sistema de agua potable. El Gobierno Nacional aportó el 35 % de los fondos de inversión, mientras que el resto de la inversión depende de fondos propios.

### Recursos hídricos en la economía

Observando las cuentas híbridas y los CSU compilados para SDC, el índice de productividad del agua industrial ha disminuido durante el período 2014 a 2016 (figura 4-A). En consecuencia, existe un menor valor económico agregado por cada metro cúbico de agua extraída, el cual pasó de 66 dólares por metro cúbico en 2014 a 49 dólares en 2016.

El índice de intensidad hídrica muestra la presión que ejercen los procesos económicos sobre los recursos hídricos. En 2014, generar 1000 dólares de valor agregado en SDC requería 27 metros cúbicos de agua, mientras que, en 2016, el mismo valor agregado requería 34 metros cúbicos (figura 4-B). Además, los niveles de contaminación registrados asociados a la generación de 1000 dólares de valor agregado (bruto) también aumentaron durante el período evaluado (figura 4-C).

Figura 4. Índice de productividad del agua industrial e intensidad del agua en Santo Domingo de los Colorados, 2014-2016



Fuente: elaboración propia.

La dependencia de la economía con respecto al uso de los recursos hídricos se puede medir con el índice de desacoplamiento, considerando el valor agregado cantonal y la extracción de recursos hídricos. La figura 4-D no muestra ningún signo real de desacoplamiento entre la extracción de recursos hídricos y el tamaño de la economía en el período de análisis. Además, el agua y el volumen de uso de agua aumentaron per cápita, mientras que el valor agregado cantonal por metro cúbico de agua utilizada disminuyó (figura 4-E). Esto apunta hacia una tendencia negativa del uso del agua.

## Discusión y conclusiones

El gobierno local de cada ciudad no solo es responsable de prestar los servicios de agua potable y alcantarillado, sino de administrar los recursos hídricos dentro de sus límites urbanos (Altomonte y Sánchez 2016). Las ciudades en crecimiento de América Latina tienen desafíos específicos de gestión del agua, que deben manejarse para lograr la sostenibilidad de ese recurso (Torres López, Barrionuevo y Rodríguez-Labajos 2021).

Este estudio tuvo como objetivo comprender las formas precisas en que el SCAE-Agua puede contribuir a manejar cada uno de los desafíos de la gestión del agua en contextos urbanos (figura 5). Después de compilar las diferentes cuentas del SCAE-Agua a escala de ciudad, es posible confirmar las ventajas que tiene este

marco, que ya han sido identificadas en implementaciones a escalas más grandes (nacional, regional y de cuenca). Una ventaja importante, en línea con las ideas de Rui, Yongxiang y Shifeng (2011), es poder combinar información sobre temas económicos y ambientales dentro de una sola herramienta, lo que facilita el análisis integral de los recursos hídricos en la ciudad. De esa forma, la gestión del agua podría guiarse por un modelo económico-ambiental integral a largo plazo, observación que también ha sido formulada por Banerjee et al. (2016). Además, el análisis de tendencias a largo plazo de indicadores hídricos contribuye a medir los efectos de las políticas hídricas, tal como lo destacan Gutiérrez-Martín, Borrego-Marín y Berbel (2017).

Más allá de extender los hallazgos de la literatura existente a la escala de la ciudad, este estudio revela que el SCAE-Agua proporciona información útil para manejar los desafíos de la gestión de este recurso. Para abordar el desafío de cómo mantener o mejorar los espacios verdes y azules de apoyo, el SCAE-Agua proporcionó una descripción general del cambio y la presión sobre los recursos hídricos, así como el potencial de las actividades económicas que afectan la calidad del agua. Ello revela al administrador del agua las condiciones de los espacios verdes/azules, con el fin de llevar a cabo acciones para, como lo señalan Pettinotti, de Ayala y Ojea (2018), evitar y mitigar el impacto sobre los recursos hídricos, así como orientar las políticas de agua a mejorar los espacios verdes/azules.

Del mismo modo, el SCAE-Agua muestra de forma sencilla todas las interacciones del agua (desde/hacia el ambiente y dentro de las actividades urbanas) que tienen lugar en el contexto urbano. Ello permite comprender el uso, la demanda y la calidad del agua, como se evidencia en diferentes ejemplos de aplicaciones del marco SCAE-Agua a otros niveles (Smith 2014). Además, mediante el uso de modelos de datos se podrían proyectar la demanda o los usos futuros del agua y, como proponen Vardon et al. (2007), evaluar diferentes opciones de políticas para satisfacer esas demandas o usos. Por ende, esta información apoya las decisiones para enfrentar los desafíos de cómo garantizar la calidad y cantidad de los recursos hídricos, así como el agua suministrada y utilizada.

Sin embargo, el marco analizado es insuficiente para ofrecer una imagen integral de la gestión del agua como un elemento holístico entrelazado en los procesos socioambientales de las áreas urbanas. Esto se manifiesta, por ejemplo, en el estudio de la equidad, la salud y el bienestar público y social, o en la gestión de conflictos asociados con el agua. Por consiguiente, es necesario incorporar al análisis los elementos sociales que faltan, tal como el bienestar humano, o elementos que no están claros en el SCAE-Agua, como los elementos sociales relacionados con el uso y la valoración de los recursos hídricos o sus beneficios (Vardon et al. 2012). Por esa razón, en el presente estudio se incluyó información adicional para gestionar los otros desafíos (figura 5).

Figura 5. Contribución del SCAE-Agua a los desafíos de la gestión del agua de las ciudades en crecimiento

Desafíos	Cuentas del SCAE-Agua	Cuadros de Suministro y Uso físico	Cuenta de emisiones	Cuentas híbridas	Cuenta económica	Cuenta de activos	Cuenta de la calidad	Información adicional
1. ¿Cómo tomar decisiones informadas y equitativas sobre la gestión del agua a nivel urbano?		●			●	●	●	
2. ¿Cómo reconocer, integrar y/o restaurar los servicios ecosistémicos relacionados con el agua?		●	●		●	●	●	●
3. ¿Cómo garantizar la calidad y cantidad de los recursos hídricos y el agua suministrada y utilizada?		●	●		●	●	●	
4. ¿Cómo mantener y mejorar los espacios verdes y azules de apoyo?		●	●	●		●	●	●
5. ¿Cómo garantizar la salud pública, social y el bienestar de los ciudadanos?		●	●			●	●	●
6. ¿Cómo prevenir y gestionar los conflictos relacionados con los recursos hídricos?		●	●	●	●	●	●	●

Fuente: elaboración propia.

Un resultado beneficioso del proceso de reconocer, integrar y/o restaurar los servicios ecosistémicos relacionados con el agua es la posibilidad de vincular este marco con la abundante literatura sobre los servicios ecosistémicos relacionados con el agua (p. ej., Haase 2015) y con las contribuciones de los servicios ecosistémicos al bienestar humano y la gestión urbana (p. ej., Elmqvist et al. 2015). En consecuencia, como se evidencia en este artículo, la clave para enfrentar el desafío es combinar la información complementaria con la información del SCAE-Agua.

El SCAE-Agua brinda información sobre el impacto de diferentes actividades en la calidad del agua, muestra la interacción entre los diferentes usuarios y los recursos hídricos, y reconoce las posibles tensiones entre diferentes tipos de usuarios. Sin embargo, esa información por sí sola no es suficiente para garantizar la salud pública y social equitativa y el bienestar humano, o para prevenir y gestionar los conflictos relacionados con el agua. Por lo tanto, el análisis debe incluir aspectos sociales, utilizando información sobre las condiciones de salud y bienestar de los ciudadanos. Los resultados de esta investigación confirman la necesidad de comprender la relación cultural de los ciudadanos con el agua, como ha sido enfatizado por Goff y Crow (2014).

El marco del SCAE-Agua está diseñado para mostrar información sobre las interacciones y su relación con la gobernanza del agua. Así, la información sobre los aspectos económicos y los recursos hídricos dentro de la economía contribuye a enfrentar el desafío de cómo tomar decisiones informadas y equitativas sobre la gestión del agua en el ámbito urbano. Una vez más, vincular ese resultado con información adicional sobre temas sociales parece ser un requisito previo para obtener una visión holística de los recursos hídricos, que guíe a los responsables de formular políticas de evaluación y gestión del agua para alcanzar la sostenibilidad del agua urbana.

En general, el SCAE-Agua demuestra combinar efectivamente elementos sobre la calidad y cantidad de agua con elementos económicos, y revela las diferentes interacciones de los recursos hídricos dentro de las áreas urbanas. Sin embargo, por sí mismo no es un método social. Por ejemplo, en el caso de Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, el SEEA-Agua muestra el caudal de agua urbana, los problemas de calidad del agua y la dependencia que tiene la economía hacia los recursos hídricos. Sin embargo, fue necesario vincular la información social para poder comprender los problemas y conflictos relacionados con el agua que enfrenta la ciudad.

Este artículo contribuye al campo de la economía ecológica del agua de tres maneras. En primer lugar, se recopilaron cinco de las siete cuentas propuestas por el SCAE-Agua en el ámbito urbano, contribuyendo así con un estudio empírico a la literatura científica. En segundo lugar, la evaluación del SCAE-Agua como herramienta para guiar la sostenibilidad del agua urbana demuestra la utilidad de ese marco, pero también revela sus limitaciones.

Por último, evaluar la sostenibilidad del agua urbana para ciudades en crecimiento en América Latina revela la insostenibilidad de las prácticas actuales y exige acciones inmediatas para corregir la situación. Este trabajo demuestra que el SCAE-Agua se puede implementar en el nivel de ciudad y proporcionar información para lograr la sostenibilidad del agua urbana. Sin embargo, abordar explícitamente algunos de los desafíos requiere más investigación sobre las desigualdades espaciales y las disputas políticas que sustentan la gestión del agua a escala tanto urbana como nacional, o la contribución de los servicios ecosistémicos de agua urbana a la gestión del agua.

## Bibliografía

- Altomonte, Hugo, y Ricardo J. Sánchez. 2016. *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe. Libros de la CEPAL*. Santiago de Chile: CEPAL.
- BCE (Banco Central del Ecuador). 2018. “Estadísticas Sector Real”, <https://bit.ly/3EOIPxp>
- Banerjee, Onil, Martin Cicowicz, Mark Horridge y Renato Vargas. 2016. “A Conceptual Framework for Integrated Economic–Environmental Modeling”. *Journal of Environment & Development* 25 (3): 276–305. doi.org/10.1177/1070496516658753



- Borrego-Marín, María M., Carlos Gutiérrez-Martín y Julio Berbel. 2016. "Water Productivity under Drought Conditions Estimated Using SEEA-Water". *Water (Switzerland)* 8 (4). doi.org/10.3390/w8040138
- Buzai, Gustavo. 2014. *Mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Carrión, Fernando. 2010. *Ciudad, Memoria y Proyecto*. Quito: Crearimagen. doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2
- Edens, Bram, y Cor Graveland. 2014. "Experimental Valuation of Dutch Water Resources According to SNA and SEEA". *Water Resources and Economics* 7: 66–81. doi.org/10.1016/j.wre.2014.10.003
- Elmqvist, Tomas, Heikki Setälä, Steven Handel, Sander van der Ploeg, James Aronson, James Blignaut, Erik Gómez-Baggethun, David Nowak, Jakub Kronenberg, y Rudolf de Groot. 2015. "Benefits of Restoring Ecosystem Services in Urban Areas". *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 101–108. doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001
- Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Santo Domingo. 2018. *Datos del sistema de agua potable y alcantarillado y empresariales EPMAPA-SD 2014-2016*. Santo Domingo de los Colorados: EPMAPA-SD.
- GAD Municipal Santo Domingo. 2015. *Estudio de impacto ambiental del sistema de alcantarillado sanitario sector A de Santo Domingo*. Santo Domingo de los Colorados: GAD Municipal Santo Domingo.
- GAD Municipal Santo Domingo. 2016a. *Estudio de impacto ambiental del estudio de diseño definitivo y supervisión a la ejecución de la obra del sistema de alcantarillado sanitario de la zona B de la Ciudad de Santo Domingo*. Santo Domingo de los Colorados: GAD Municipal Santo Domingo.
- GAD Municipal Santo Domingo. 2016b. *Estudio diseño técnico definitivo del sistema de alcantarillado zona B de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados*. Santo Domingo de los Colorados: GAD Municipal Santo Domingo.
- Goff, Matthew, y Ben Crow. 2014. "What Is Water Equity? The Unfortunate Consequences of a Global Focus on 'Drinking Water'". *Water International* 39 (2): 159–71. doi.org/10.1080/02508060.2014.886355
- Graveland, Cor, Kees Baas, y Eddy Opperdoes. 2015. "Physical Water Flow Accounts with Supply and Use and Water Asset / Water Balance Assessment NL". Final Report on Eurostat Grant Agreement.
- Gutiérrez-Martín, Carlos, María M. Borrego-Marín, y Julio Berbel. 2017. "The Economic Analysis of Water Use in the Water Framework Directive Based on the System of Environmental-Economic Accounting for Water: A Case Study of the Guadalquivir River Basin". *Water (Switzerland)* 9 (3). doi.org/10.3390/w9030180
- Haase, Dagmar. 2015. "Reflections about Blue Ecosystem Services in Cities". *Sustainability of Water Quality and Ecology* 5: 77–83. doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.02.003
- Huang, Lu, Jianguo Wu, y Lijiao Yan. 2015. "Defining and Measuring Urban Sustainability: A Review of Indicators". *Landscape Ecology* 30 (7): 1175–1193. doi.org/10.1007/s10980-015-0208-2

- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. *Boletín climatológico, 2012-2015*. Quito: INAMHI.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2010. *Base de datos del VII censo de población y vi de vivienda 2010, para la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2019. Información ambiental económica en empresas: información histórica 2014-2016. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Loubet, Philippe, Philippe Roux, Eleonore Loiseau y Veronique Bellon-Maurel. 2014. “Life Cycle Assessments of Urban Water Systems: A Comparative Analysis of Selected Peer-Reviewed Literature”. *Water Research* 67 (0): 187–202. doi.org/10.1016/j.watres.2014.08.048
- Ma, Zhong, y Xiang-Xiang Hui. 2017. “The Primary Implementation of SEEAW in Zhangye”. *3rd International Conference on Social Science and Management (ICSSM 2017)*: 490-493.
- Ministerio de Salud Pública. 2017. “Información Estadística de Producción de Salud, 2015-2016”. Informe.
- Naciones Unidas. 2013. *Sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua*. Nueva York: Naciones Unidas. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seea\\_w\\_spa.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seea_w_spa.pdf)
- Pettinotti, Laetitia, Amaia de Ayala, y Elena Ojea. 2018. “Benefits From Water Related Ecosystem Services in Africa and Climate Change”. *Ecological Economics* 149: 294-305. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.021
- Rui, Zheng, Zhang Yongxiang, y Zhou Shifeng. 2011. “The Application of System of Environmental and Economic Accounting for Water in the Water Conservancy Project”. *International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)*: 1-3. doi.org/10.1109/ICEBEG.2011.5885318
- Smith, Robert. 2014. *Users and Uses of Environmental Accounts*. Washington, D.C.: World Bank Group.
- TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. 2011. “TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management”, [teebweb.org](http://teebweb.org)
- Torres López, Susana. 2019. “Water Resources and Urban Sustainability in Growing Latin American Cities. Case Study of Santo Domingo de Los Colorados, Ecuador”. Ph.D. disertación, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Torres López, Susana, María de los Ángeles Barrionuevo, y Beatriz Rodríguez-Labajos. 2019. “Water Accounts in Decision-Making Processes of Urban Water Management: Benefits, Limitations and Implications in a Real Implementation”. *Sustainable Cities and Society* 50: 101676. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101676>
- Torres López, Susana, María de los Ángeles Barrionuevo y Beatriz Rodríguez-Labajos. 2021. “A New Operational Approach for Understanding Water-Related Interactions to Achieve Water Sustainability in Growing Cities”. *Environment, Development and Sustainability*. doi.org/10.1007/s10668-021-02045-0

- Torres López, Victor. 2017. “Análisis de pobreza con un enfoque espacial. Caso de estudio: Santo Domingo de los Colorados”. Informe.
- United Nations. 2018. “Global Assessment of Environmental-Economic Accounting and Supporting Statistics 2017”, <https://bit.ly/3U3yyAQ>
- Vardon, Michael, Manfred Lenzen, Stuart Peavor y Mette Creaser. 2007. “Water Accounting in Australia”. *Ecological Economics* 61 (4): 650-659. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.033
- Vardon, Michael, Ricardo Martínez-Lagunes, Hong Gan, y Michael Nagy. 2012. “The System of Environmental-Economic Accounting for Water: Development, Implementation and Use”. En *Water Accounting: International Approaches to Policy and Decision-Making*, editado por Jayne M. Godfrey and Keryn Chalmers, 32-57. Estados Unidos: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Vicente, David J., Leonor Rodríguez-Sinobas, L Garrote, y R Sánchez. 2016. “Application of the System of Environmental Economic Accounting for Water SEEAW to the Spanish Part of the Duero Basin: Lessons Learned”. *Science of The Total Environment* 563–564: 611-22. doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.078