



**Hacia un urbanismo más integral y sostenible: un
enfoque renovado de la ingeniería ambiental
sanitaria desde la nueva estrategia de Desarrollo
Urbano Sensible al Agua**

Autor: Jose Manuel Álvarez-Campana Gallo

Institución: Universidad de A Coruña

Otros autores: Joaquín Suárez (Universidad de A Coruña); Jerónimo Puertas (Universidad de A Coruña); José Anta (Universidad de A Coruña); Alfredo Jácome (Universidad de A Coruña); José M. Álvarez-Campana (Universidad de A Coruña)

Resumen

En 1942, cuando Le Corbusier acaba de publicar la Carta de Atenas, el manifiesto urbanístico referencial del siglo, el ingeniero madrileño Paz Maroto está trabajando en su proyecto editorial sobre ingeniería sanitaria urbanista (urbanización, abastecimiento, saneamiento de aguas, pavimentación y tráfico, limpieza y tratamiento de basuras, y servicios urbanos sanitarios). Ni el genial urbanista ni el prolífico ingeniero podrían sospechar entonces que la intensa especialización y compartimentación del conocimiento técnico que caracterizará las siguientes décadas, cavará un foso entre la ciudad y el agua, entre el urbanismo y la ingeniería sanitaria. Tan profundo, que un diagnóstico internacional de la gestión actual del agua urbana sugiere que la rápida e insostenible urbanización del territorio, con una gestión hídrica ineficaz desconectada del enfoque de cuenca y en un escenario de cambio climático, amenaza el abastecimiento de agua y aumenta el riesgo de inundaciones. La denominación habitual 'ciclo del agua urbana', ciertamente poco afortunada, se viene utilizando para referirse a las redes de abastecimiento y saneamiento, que han seguido de forma reactiva a los desarrollos urbanos, diseñadas como proceso lineal (no integral) de abastecimiento, uso-consumo y saneamiento. En este escenario poco sostenible y de baja seguridad hídrica, tanto el urbanismo como la gestión del agua están sometidos conjuntamente a tensiones de cambio que demandan como resultado un desarrollo urbano más integral y sostenible.

Desde la parte del agua se están promoviendo en el ámbito internacional enfoques estratégicos como el de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), cuya finalidad es mejorar la eficacia del uso del agua, fomentar la equidad del acceso al agua y garantizar la sostenibilidad. Estas estrategias demandan nuevos modelos de gobernanza, que a su vez exigen cambios a los operadores tecnológicos que intervienen (planificación, diseño, construcción y gestión) sobre el sistema de agua urbana; quienes se ven en la necesidad de reconstruir la estructura conceptual del sistema de agua urbana y hacer reingeniería de las técnicas empleadas en sus intervenciones, de modo que el nuevo sistema de agua urbana pueda adecuarse a las exigencias de sostenibilidad, integralidad y ecoeficiencia que demanda un desarrollo urbano más sostenible. En el agua, esta nueva cultura (conceptual y tecnológica) orientada a un desarrollo urbano más sostenible, se está articulando desde la ingeniería ambiental sanitaria a través de lo que se ha denominado muy recientemente como estrategia de Desarrollo Urbano Sensible al Agua (DUSA), un reencuentro entre el agua y la ciudad.

Palabras clave: Desarrollo Urbano Sensible al Agua, seguridad hídrica, urbanismo sostenible

Urbanismo y gestión del agua: una historia de encuentros y desencuentros

En 1942, cuando Le Corbusier acaba de publicar la Carta de Atenas, el manifiesto urbanístico referencial del siglo, el ingeniero madrileño Paz Maroto está trabajando en su proyecto editorial sobre ingeniería sanitaria urbanista (urbanización, abastecimiento, saneamiento de aguas, pavimentación y tráfico, limpieza y tratamiento de basuras, y servicios urbanos sanitarios). Ni el genial urbanista ni el prolífico ingeniero civil podrían sospechar entonces que la intensa especialización y compartimentación del conocimiento técnico que caracterizará las siguientes décadas, cavará un foso entre la ciudad y el agua, entre el urbanismo y la ingeniería sanitaria.

La profundidad de ese foso, que de alguna manera pone de manifiesto un desierto colectivo a la hora de tratar los problemas, se observa en los más recientes diagnósticos internacionales sobre la gestión del agua urbana. El diagnóstico global del agua urbana (World Bank, 2012) pone de relieve tres cuestiones. En primer lugar, la rápida urbanización del territorio, donde la creciente demanda de agua, unida a la poca ordenación de los usos de suelo y el incremento de la contaminación difusa, amenazan el abastecimiento de agua, aumentan el riesgo de inundaciones y afectan la calidad de vida de la población urbana. En segundo término, la vulnerabilidad ante el cambio climático, de modo que la gestión del agua debe contemplar el aumento de estrés hídrico producido por el aumento de temperatura, así como los cambios en los patrones de precipitaciones que pueden aumentar el riesgo por inundaciones (Willems *et al.* 2012). En tercer lugar, una gestión hídrica ineficaz, cuyos enfoques actuales son predominantemente locales y sectoriales, y carecen de la innovación y el alcance para hacer frente a los desafíos transversales. Además, los enfoques de cuenca, cuando existen, no están bien coordinados con las realidades urbanas.

El concepto tradicional de ciclo urbano del agua, a pesar de su nombre, es de corte lineal. Los procesos sucesivos responden a una secuencia dominante de flujo lineal: captación, distribución, uso/consumo, saneamiento, depuración y vertido al medio receptor. Una secuencia que se pone de manifiesto en unas infraestructuras que reflejan, de alguna manera, ese ir por detrás de las demandas originadas por los procesos de desarrollo urbano, lo que podría denominarse como comportamiento reactivo de las infraestructuras respecto a las necesidades de la población y de las exigencias ambientales. Este modelo tradicional parece insuficiente para enfrentar la complejidad del problema del agua en el medio urbano, lo que ocasiona claras ineficiencias. Los actuales sistemas de agua urbanos son, en gran medida, el reflejo de un modelo de gestión lineal, no integral, ante un desarrollo urbano que no siempre ha sido sensible a ese carácter integral e integrador del recurso hídrico, especialmente en los ámbitos urbanos.

En este escenario poco sostenible y de baja seguridad hídrica, tanto el urbanismo como la gestión del agua están sometidos conjuntamente a tensiones de cambio que demandan como resultado un desarrollo urbano más integral y sostenible.

Tensión de cambio hacia un desarrollo urbano más integral y sostenible

La escasez relativa de agua que hay en algunas regiones, si bien puede ser resultado de factores geográficos, supera con frecuencia los problemas de disponibilidad natural; es más bien consecuencia de mala planificación, no solo hídrica, sino de otros sectores, como los territoriales, de concepciones erróneas sobre los recursos hídricos, usos indiscriminados y de apropiación del agua, reglas inadecuadas o fuera de los contextos socio-culturales, de la ausencia de coordinación entre políticas; todos ellos factores políticos y administrativos.

Esta situación demanda una transformación estratégica y operativa, de modo que los sistemas de agua urbanos puedan transitar de un enfoque lineal no integrado a sistemas de agua urbanos que estén imbricados en los nuevos desarrollos urbanos sostenibles. La gestión integrada del recurso hídrico en el medio urbano es un objetivo al que tender, y que se logra secuencialmente. Desgranando el concepto de gestión integral del recurso hídrico aparecen ideas que merecen ser consideradas: gestión coordinada del agua y del territorio; visión conjunta del agua y el resto de los recursos (energía, de modo muy particular); multiplicidad de demandas en competencia, que deben ser satisfechas de un modo equitativo; eficiencia económica; y respeto al medio natural. El desarrollo territorial, no sólo en el ámbito urbano, debe contemplar la interacción con el medio natural, incluyendo los cauces fluviales, humedales, acuíferos, y en general las fuentes de agua.

Ante estas necesidades surgen iniciativas a nivel internacional que proponen otorgarle al agua mayor protagonismo en la planificación y el desarrollo urbano sostenible, entre las que se puede citar dos corrientes: *Water sensitive urban design (WSUD)* o diseño urbano sensible al agua; y *Low impact development (LID)* o desarrollo de impacto bajo. Entre los objetivos declarados de estas iniciativas, que podrían considerarse de re-ingeniería ambiental sostenible, se encontrarían: reducir los flujos de aguas pluviales, a través de una urbanización más “permeable”, que permita recuperar (al menos parcialmente) la infiltración que se da de modo natural; reducir la contaminación del agua utilizada en el medio urbano; proteger la calidad de las masas de agua vinculadas en el ciclo; evitar la contaminación del agua pluvial poco contaminada (por mezcla con aguas pluviales contaminadas o con aguas residuales) y considerar su aprovechamiento; reducir el consumo de agua de suministro, adaptando distintas calidades de agua a distintos usos; y minimizar la generación de agua residual, evitando su mezcla con agua pluvial, lo que redundaría en una reducción de costes de transporte y tratamiento.

El concepto de unidad de cuenca (de unidad de territorio) se impone como determinante para gestionar de modo eficaz este complejo sistema. Debe entenderse que ante una demanda concreta (industrial, por ejemplo), el gestor debe decidir qué tipo de agua conviene servir en función de la calidad requerida, de la oferta disponible, del coste de producción, del coste de oportunidad, etc. Este gestor puede, y debe además, ser el interlocutor con los responsables de la planificación y gestión urbanística, y colaborar con ellos para caminar hacia un modelo de desarrollo urbano más integral y sostenible. Un modelo de desarrollo que requiere de un enfoque de sostenibilidad en dos niveles: estratégico, en la parte alta del ciclo de decisiones donde la sostenibilidad se incorpore a las estrategias y a la gobernabilidad; y táctico operativo de la gestión de los recursos y el territorio.

Sostenibilidad en el nivel alto del ciclo de proyecto: estrategias y gobernabilidad

Actualmente se entiende por estrategia de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, GIRH (IWRM, en sus siglas en la bibliografía anglosajona), el proceso cuya finalidad es mejorar la eficacia del uso del agua (razón económica), fomentar la equidad del acceso al agua (razón social) y garantizar la sostenibilidad (razón ambiental). El término 'integrada' destaca la necesidad de un enfoque global (holístico), con el fin de agrupar varios sectores, como la salud, la agricultura o la industria (integración horizontal), y varios niveles, como el regional, el nacional, el municipal, el doméstico, etc. (integración vertical). Puede afirmarse que GIRH es un enfoque estratégico que puede darse a la gobernabilidad en lo que respecta a la sostenibilidad tanto del desarrollo urbano como de la conservación y gestión de los recursos hídricos.

El término gobernabilidad se refiere a la estructura conceptual de agentes y circunstancias que posibilitan en cierta medida el gobierno de un cierto asunto. Se trata de un campo complejo de la actividad social que representa e interpreta las posibles acciones de gobierno como un juego de operaciones entre los agentes intencionales, la población y el territorio. El término de gobernabilidad adquiere plenitud de significado cuando se sitúa en un contexto operativo orientado al desarrollo sostenible. Así, el equipamiento conceptual de la gobernabilidad ha de ser lo suficientemente amplio y flexible, pero al mismo tiempo lo suficientemente realista y funcional, como para que sirva de marco teórico estratégico que permita el encaje de la práctica de nueva gobernanza.

La estrategia GIRH surge para garantizar la gestión a nivel global del recurso, desde su extracción del medio natural hasta su devolución al mismo, de modo que se cubran de modo eficiente y equitativo todas las demandas, controlando su uso y corrigiendo la posible merma de calidad del agua en el proceso, de modo que su reingreso al medio natural se haga con un nivel de contaminación por debajo de unos estándares predefinidos que garantizan el mantenimiento de unos objetivos en el estado de las masas de agua ("enfoque combinado" de la Directiva Marco de Agua). El problema fundamental de la estrategia GIRH está en atender a una multiplicidad de funciones del agua y de demandas muy variadas (consumo doméstico, industrial, agricultura, producción energética, espacios naturales...) en competencia y, por tanto, que pueden dar lugar a conflictos.

Nueva gobernanza del agua: un puente entre la sostenibilidad estratégica y táctica

Las crisis del agua que se viven son, en parte, crisis de gobernanza. La gobernanza trata sobre los procesos y mecanismos de interacción entre los actores gubernamentales y no gubernamentales; es un concepto dinámico que se refiere: a los procesos y a los sistemas a través de los cuales opera la sociedad, a la interrelación de las estructuras formales e informales, a los procedimientos y a los procesos (Hoekstra, 2006), a los sistemas de hacer las reglas, las redes de actores a todos los niveles de la sociedad (de lo local a lo global), dentro del contexto del desarrollo sostenible.

La escasez relativa que hay en algunas regiones, si bien puede ser resultado de factores geográficos, supera los problemas de disponibilidad natural; es más bien consecuencia de mala planificación, no solo hídrica, sino de otros sectores, como los territoriales, de

concepciones erróneas sobre los recursos hídricos, usos indiscriminados y de apropiación del agua, reglas inadecuadas o fuera de los contextos socio-culturales, de la ausencia de coordinación entre políticas; todos ellos factores políticos y administrativos. El concepto de gobernanza del agua comprende cuatro dimensiones (Álvarez-Campana, 2012). La dimensión política y la dimensión social, que se refieren a la toma de decisiones y al acceso equitativo a los recursos, pero no puede obviarse que existe un contexto económico que influye en esa toma de decisiones y que debería contribuir a lograr la eficiencia, en donde se maximice el uso del recurso y que se recuperen adecuadamente los costes; y, por último, la dimensión ambiental, por cuanto se considera que el agua es un subsistema dentro del medio ambiente y, por lo tanto, se debe buscar el equilibrio hidrológico que tienda al uso sostenible del recurso.

La gobernanza del agua en la ciudad precisa el concurso e implicación de operadores técnicos (en urbanismo e ingeniería ambiental sanitaria) como agentes intencionales cuya función es el diseño, construcción y operación de sistemas tecnológicos complejos (de abastecimiento y saneamiento), junto con otros sistemas de infraestructuras y servicios urbanos. Unos operadores técnicos que tienen el reto de intervenir en una población urbanizada, exigente y dinámica, que se asienta en un particular territorio dotado de historia, con unas determinadas características medioambientales.

La gobernanza del binomio agua-ciudad debería ser la operación inteligente, adaptativa y sostenible de la red de interrelaciones entre el agua-territorio y los agentes intencionales involucrados en su uso y gestión, especialmente tanto del subsistema de información como el de gestión del urbanismo y de la ingeniería ambiental sanitaria. La práctica de la nueva gobernanza del binomio agua-ciudad no puede ser automática ni mecánica, sino que debería producirse en un escenario de cambio estratégico y adaptativo. Una tensión de cambio estratégico hacia el desarrollo que tenga un claro enfoque y principios de sostenibilidad (Álvarez-Campana *et al.*, 2014).

Estrategia de desarrollo urbano sensible al agua (DUSA): reencuentro agua-ciudad

En la bibliografía internacional es usual encontrar las expresiones *Low Impact Development* (LID) o *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), para hacer referencia a estrategias de planificación, desarrollo o urbanización. El LID es utilizado principalmente en la bibliografía y normativa de EE.UU, junto con el término *Green Infrastructure* (infraestructuras verdes), mientras que el WSUD nace y se implanta en Australia.

En Suárez *et al.* (2014) se propone el término Desarrollo urbano sensible al agua (DUSA), como un enfoque estratégico integrador de todas las tendencias citadas anteriormente. DUSA representa un nuevo paradigma en la planificación y el diseño del medio urbano cuyos fines fundamentales son minimizar los impactos sobre el ciclo natural del agua y proteger la salud de los ecosistemas acuáticos. Promueve una aproximación al desarrollo urbano que se adapte a las características naturales de los emplazamientos o lugares, que proteja los ecosistemas naturales, y que optimice el uso del agua como recurso. Intenta hacer compatibles las actividades humanas con los ecosistemas a través de la gestión inteligente de todos los flujos de agua. Tiene como objetivo ofrecer soluciones sostenibles del ciclo del agua en las zonas urbanas. Se busca una gestión eficiente de todos los subsistemas del sistema de agua urbana. Además,

DUSA pretende integrar estas soluciones en la planificación y el diseño del desarrollo urbano (edificios y paisajes), hacia un objetivo general de desarrollo ecológicamente sostenible.

El enfoque DUSA supone una estrategia de desarrollo urbano, de urbanización o reurbanización, que se apoyan en los procesos naturales para gestionar las aguas pluviales lo más cerca posible de su origen. Se emplean principios tales como la preservación y la regeneración de las características naturales del territorio, minimizando las superficies impermeables para crear un sistema de drenaje que trate a las aguas pluviales como un recurso y una oportunidad, más que un flujo residual. La estrategia debe iniciarse con un proceso de planificación que identifique, en primer lugar, las áreas críticas con recursos naturales que deben ser preservados. Posteriormente, y una vez han sido definidas las necesidades de edificación (de usos), las estrategias deben incorporarse al proyecto. Directrices tales como mantener la red de drenaje natural, minimizar los movimientos de tierra (desmontes y terraplenes), agrupar los edificios o reducir las superficies impermeables, se incorporan en el diseño del proyecto. (Suárez *et al.*, 2014).

Asociado a estas estrategias se encuentra el uso de las “infraestructuras verdes”, término relativamente nuevo y flexible, que se ha utilizado de manera diferente según los contextos. Benedict y McMahon (2006), en su libro “Green Infrastructures”, las han definido en términos generales como “una red interconectada de espacios naturales y otros espacios abiertos que conserva valores y funciones de los ecosistemas naturales, mantiene el aire limpio y el agua, y ofrecen una amplia gama de beneficios para las personas y la vida silvestre”. Sin embargo, la US-EPA, en su intento de aplicar su estrategia *Infraestructuras Verdes. Declaración de intenciones* (US-EPA, 2007), prefiere utilizar el término “infraestructuras verdes” para referirse, en general, a sistemas y prácticas que utilizan o imitan los procesos naturales, tales como infiltración, evapotranspiración, o uso de las aguas pluviales y/o las escorrentías en el lugar donde se generan (Anta, 2006). Por ejemplo, actualmente son consideradas “infraestructuras verdes” los tejados verdes, el uso de alcorques, *rain gardens*, cunetas o zanjas vegetadas, humedales “de bolsillo”, plantadores de infiltración, pavimentos porosos y permeables, camellones con vegetación, reforestación/revegetación, y la protección y mejora de zonas de amortiguación ribereñas y llanuras de inundación.

Conclusiones

El desarrollo urbano puede encontrar en el agua un problema, o bien un vector estratégico para el cambio hacia un desarrollo urbano integral y sostenible. El urbanismo por sí solo no puede atender la integración efectiva y sostenible del agua en la ciudad. Pero tampoco la ingeniería ambiental sanitaria es capaz, por sí sola, de resolver los problemas de los sistemas de agua urbana ante la demanda de desarrollo urbano sostenible.

El enfoque Desarrollo Urbano Sensible al Agua (DUSA) se plantea como una contribución al desarrollo urbano sostenible desde una estrategia de gestión integral de los recursos hídricos que promueve una nueva gobernabilidad del territorio. De modo que una mejor gobernanza del agua involucre a los distintos agentes en un proceso de cambio para

conseguir una adaptación efectiva de los sistemas de agua urbana a la estrategia de gestión integral y sostenible del agua en el territorio.

Las estrategias DUSA tienen unos objetivos concordantes con los tres pilares del desarrollo sostenible: la protección ambiental, el avance en objetivos sociales y el desarrollo económico. Los objetivos ambientales incluyen la mejora y protección de las masas de agua, el mantenimiento o la mínima alteración de los ecosistemas, el respeto de los flujos naturales de escorrentía y de infiltración, con el objeto de mantener el volumen natural de aguas subterráneas y no provocar alteraciones morfológicas en los cauces debido a un incremento de las escorrentías y, en general, la protección de la calidad de las aguas en el entorno urbano, que permita, por ejemplo, la utilización de las aguas de escorrentía para usos de abastecimiento alternativo, o que proteja la calidad de las aguas subterráneas.

Los objetivos sociales incluyen crear entornos urbanos de mayor calidad, con mayor presencia de vegetación y áreas recreativas que “humanicen” las ciudades, que mejoren el aire ambiente, y que reduzcan las islas de calor urbano, que en algunos casos pueden suponer incrementos térmicos del orden de 10 grados, y que generan problemas de habitabilidad. Las áreas de captación de escorrentías limpias pueden, por ejemplo, conjugarse con zonas de uso lúdico, aunque se inunden esporádicamente.

Los objetivos económicos son evidentes ya que una racionalización de la gestión de las escorrentías con control de flujos en origen implica un menor coste de tratamiento, menores secciones de alcantarillado, menores costes de urbanización, por tanto, y la reutilización de aguas pluviales para usos que no requieran calidad implica una reducción potencial en el consumo de agua y de energía, como ya se ha comentado repetidamente en este texto. Los efectos sobre la huella de carbono, con implicaciones ambientales y económicas, deben ser también considerados.

Con el impulso del enfoque DUSA los actuales sistemas de agua urbana (concebidos y contruidos en secuencia lineal y que han seguido de forma reactiva al desarrollo urbano) pueden transformarse para una gestión integrada del sistema del agua urbana en los nuevos modelos de desarrollo urbanos sostenible. La transformación conceptual y física de los sistemas de agua urbana requeriría que los profesionales del urbanismo y de la ingeniería ambiental sanitaria compartan e integren sus valiosos conocimientos y experiencias al servicio de unos nuevos desarrollos urbanos más sostenibles, y por tanto –necesariamente– más sensibles al agua.

Bibliografía

Álvarez-Campana, J.M. (2012) “Agua y gobernanza. Gobernanza del agua en regiones húmedas atlánticas de la Península Ibérica” in: *Cuenca fluvial y desarrollo sostenible. Río Mandeo* (V. Berrocal, M. Cachafeiro. J. Suárez, eds.). Diputación de A Coruña, A Coruña, España, 87-100.

Álvarez-Campana, J.M.; Suárez, J. y Jácome, A. (2014) “Enfoque filosófico de la ingeniería ambiental sanitaria: una aportación para una gobernanza más sostenible del agua”, Comunicación al XXXIV Congreso Interamericano de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, AIDIS, noviembre de 2014, Monterrey, México.

Anta, J., Peña, E., Suárez, J., Cagiao, J. (2006) “A BMP selection process based on the granulometry of runoff solids in a separate urban catchment”, *Water SA*, 32(3), 419-428. doi:10.4314/wsa.v32i3.5268

Benedict, M.A., McMahon, E.T. (2006) *Green Infrastructures: Linking Landscapes and Communities*. Island Press, Washington DC, USA.

Hoekstra, A. (2006) “The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems”. Value of water research report series No. 20. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands.

Suárez, J.; Puertas, J.; Anta, J.; Jácome, A. y Álvarez-Campana, J.M. (2014) “Gestión integrada de los recursos hídricos en el sistema del agua urbana: Desarrollo Urbano Sensible al Agua como enfoque estratégico”, *Ingeniería del Agua*, 18.1, pp. 111-123.

US-EPA (2007) *Managing Wet Weather with Green Infrastructure Action Strategy 2008*. The Low Impact Development Center U.S.-EPA.

Willems, P.; Olsson, J.; Arnerjer-Nielsen, K.; Beechman, S.; Pathirana, A.; Bülow Fregersen, I.; Madsen, H, Nguyen, V.T.V. (2012) *Impacts of Climate Change of Rainfall Extremes and Urban Drainage Systems*. IWA Publishing, London, UK.

World Bank (2012) *Integrated Urban Water Management. A summary note*. The World Bank, Washington DC, USA.