

Ciudades sensibles al agua: paradigma contemporáneo para gestionar aguas urbanas

Water Sensitive Cities: contemporary paradigm for managing urban water

Luis Fernando Molina Prieto, Ernesto Villegas Rodríguez

Resumen

En el último decenio los efectos del cambio climático se han desplegado con gran rigor en las ciudades, y además, las migraciones campo-ciudad han incrementado de manera inusitada la densidad demográfica de las urbes en todo el mundo. Estas nuevas condiciones climáticas y poblacionales han generado dos retos para las ciudades del presente siglo: i) asegurar la distribución sostenible de agua a poblaciones en continuo crecimiento; y ii) desarrollar estrategias para el manejo de las aguas pluviales, de manera que las zonas urbanas minimicen las inundaciones o se tornen resilientes frente a ellas. El artículo reflexiona en torno a la *Water Sensitive Citie*, concepto australiano que ha traspuesto las fronteras de su país de origen, logrando transformar la visión tradicional del diseño urbano a nivel mundial, y proponiendo —por primera vez en la historia de las ciudades— armonía y sinergia entre la planificación hidrológica y el ordenamiento urbano.

Palabras clave: Resiliencia urbana, ciudades sustentables, infraestructura multifuncional, recurso pluvial.

Abstract

In the last decade the effects of climate change have been felt with great rigor in cities, furthermore, rural-urban migration have increased so unusual population density of cities worldwide. These new climate and population conditions have created two challenges for cities of this century: i) ensure sustainable water distribution in cities with growing populations; and ii) develop strategies for storm water management, so that urban areas minimize floods or from becoming resilient to them. The article reflects on the *Water Sensitive Cities*, Australian concept that has transposed the borders of their country of origin, managing to transform the traditional vision of urban design worldwide, which are the first in proposing for the first time in the history of the cities: harmony and synergy between water planning and urban planning.

Keywords: Urban resilience, sustainable cities, multifunctional infrastructure, rainwater resource.

Recibido / Received: Agosto 08 de 2014 Aprobado / Approved: Marzo 06 de 2015

Tipo de artículo / Type of paper: Artículo de reflexión.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad de América, Grupo de Investigación Territorio y Habitabilidad; Universidad El Bosque, Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente.

Autor para comunicaciones / Author communications: Luis Fernando Molina-Prieto, lmolinaprieto@gmail.com y Ernesto Villegas Rodríguez, villegasermesto@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Introduction

Las ciudades del siglo XXI enfrentan nuevos retos y para afrontarlos requieren estrategias diferentes a las tradicionales. Las urbes contemporáneas deben encarar los efectos del cambio climático: rigurosas sequías, olas de calor, inundaciones devastadoras y tormentas inesperadas [1]. Además se enfrentan a un inusitado crecimiento demográfico que, sumado a las migraciones campo-ciudad, genera ciudades densamente pobladas [2].

Algunos investigadores asocian las grandes migraciones —tanto internas como regionales— con las zonas del planeta más afectadas por los efectos del cambio climático [3]. Otros, tomando como premisa que en las ciudades los efectos del cambio climático se concentran y multiplican, analizan las posibilidades de adaptación de ciudades localizadas en diversas regiones del mundo, y concluyen que las oportunidades de adaptación varían en relación al estatus económico y el nivel de desarrollo de cada una, siendo muy variadas las posibilidades [4].

En este escenario los paradigmas tradicionales para la gestión del agua en las ciudades se ven amenazados por cuatro factores: 1) el crecimiento demográfico y las migraciones desbordan la capacidad de suministro de las infraestructuras existentes, de modo que el acceso al agua se ve restringido o no se puede garantizar de manera sostenible; 2) el envejecimiento de las redes de alcantarillado construidas en siglos anteriores las torna obsoletas e inoperantes, y no son fáciles de reemplazar o ensanchar al ritmo creciente de la población; 3) los sistemas de drenaje de aguas pluviales colapsan frente a los picos de lluvia generados por el cambio climático, e impactan las áreas urbanas con inundaciones incontrolables; y 4) la contaminación y la degradación de las fuentes hídricas —superficiales y subterráneas— disturba, deteriora y destruye los ecosistemas y la biodiversidad, amenazando incluso la vida de los seres humanos.

Para enfrentar estos retos se están desarrollando nuevas estrategias urbanas que tienen en cuenta conceptos clave como sostenibilidad, habitabilidad, resiliencia, productividad, prosperidad, capacidad de adaptación, integración e interdisciplinariedad; y se están gestando nuevos paradigmas para el manejo de las aguas urbanas que renuevan los modelos antiguos e inoperantes a tres niveles: las políticas y normativas urbanas, los enfoques de las inves-

tigaciones, y el diseño de las infraestructuras urbanas destinadas a la gestión de las aguas urbanas [5].

Haciendo alusión al cambio de paradigma que requiere la gestión del agua urbana, Nelson et al [6] señalan que las infraestructuras del pasado nos protegieron de enfermedades, sequías e inundaciones, pero que son esas mismas infraestructuras —ahora obsoletas—, las que ponen en peligro a las ciudades y a sus habitantes. En el mismo sentido, Bacchin et al [7] subrayan que las infraestructuras urbanas para aguas pluviales se han concebido históricamente de manera independiente a la planificación y al diseño urbano, construyéndose bajo tierra y ocultas, y por tanto, en muchas ocasiones se generan conflictos e incompatibilidades entre esas infraestructuras y su contexto urbano.

El desafío entonces es comprender los procesos hidráulicos naturales e intentar imitarlos con éxito en las ciudades, de modo que se diseñen nuevas estrategias para la gestión del recurso pluvial urbano que se aparten del tradicional sumidero superficial y la tubería subterránea.

Por su parte Elmer & Fraker [8], hablan de la ‘quinta infraestructura’ al referirse a los sistemas de conducción de agua pluviales, cuando son concebidos de manera integral con el diseño urbano; cuando se establecen en las ciudades como elementos clave para el ordenamiento del paisaje; y cuando son de uso multifuncional, por lo que actúan como instrumentos de adaptación al cambio climático. Esta ‘quinta infraestructura’ alcanza esos objetivos al mimetizarse con la naturaleza, de manera que la ciudad aproveche los recursos hídricos in situ (como el agua lluvia que se colecta in situ), y la gestión de las aguas pluviales se realice de manera superficial, permitiendo que en parte se infiltren, en parte se evaporen, y en parte sean conducidas —embelleciendo el paisaje urbano— por un cause preestablecido, como sucede en cualquier cuenca natural.

El artículo reflexiona en torno a la *Water Sensitive Citi*, concepto australiano que ha traspuesto las fronteras de su país de origen, logrando transformar la visión tradicional del diseño urbano a nivel mundial, y proponiendo —por primera vez en la historia de las ciudades— armonía y sinergia entre la planificación hidrológica y el ordenamiento urbano.

Metodología

El proceso de investigación se adelantó en cuatro momentos. Primero: revisión de documentos oficiales de agencias del gobierno australiano como la *Cooperative Research Center for Water Sensitive Cities-CRCWSC* (Centro cooperativo para la investigación en ciudades sensibles al agua) que cuenta con sedes en Brisbane, Melbourne, Perth y Singapur; *Water by Design*; *Healthy Waterways* y *International Water Centre*. Segundo: revisión de artículos producto de investigación de universidades australianas como *Monash University*, *The University of Western Australia*, *Griffith University*, *The University of Adelaide* y *The University of Queensland*. Tercero: valoración del impacto que ha tenido el concepto de *Water Sensitive Cities* en agencias mundiales como *Flood Resilience Group* de UNESCO-IHE¹ y centros de investigación públicos y privados de otros países, especialmente de Holanda, Reino Unido y Estados Unidos. Cuarto: interpretación de los resultados, elaboración del discurso y redacción de las conclusiones.

Resultados

Water Sensitive City es un concepto de origen australiano que actualmente se considera el estado ideal de la ciudad en términos de habitabilidad, productividad, sustentabilidad y resiliencia en cuanto a inundaciones y acceso sostenible al agua. Por interactuar con el ciclo natural del agua y fortalecerlo, ofrece prosperidad a las ciudades, fomenta el aprovechamiento de recursos hídricos de diversas fuentes, protege la salud de los cuerpos de agua —así como la biodiversidad que depende de ellos—, y crea espacios públicos que acopian, purifican y hacen uso de las aguas pluviales, al tiempo que aportan belleza y serenidad al paisaje urbano.

De otra parte, las estrategias que este nuevo concepto plantea para la gestión de las aguas pluviales, muchas de ellas a cielo abierto, reducen el fenómeno de islas de calor y colaboran con el secuestro de carbono [9]. Si bien

sus alcances son muy amplios, aún no se cuenta con una definición formal de la *Water Sensitive City*, y son muchas las investigaciones que se requieren para lograr el cambio de enfoque en la gestión del agua que propone, o establecer los instrumentos para educar a las comunidades que forman parte esencial de este nuevo paradigma [10].

El equipo de investigación de la *Monash University*—con sede en Melbourne— que trabaja en la *Water Sensitive City*, asocia ese concepto con los siguientes principios. Es esencial la equidad intergeneracional en el tema del acceso al agua. La importancia del agua no se limita a su ‘costo’ financiero, sino que radica en su ‘valor’ social, económico y ambiental.

La gestión del agua potable, pluvial y servida debe ser integral y ningún componente debe quedar aislado. Se deben aprovechar las diversas fuentes de agua y descentralizar su acceso. El agua de una ciudad debe administrarse como se administra una cuenca, minimizando la importación de agua potable y la exportación de aguas residuales, y optimizando el uso y el aprovechamiento de las aguas pluviales.

Los cuerpos de agua deben considerarse elementos esenciales de las ciudades, y de su salud ecológica depende el poder aprovecharlos para regular el clima local y generar ambientes de esparcimiento, recreación pasiva y ecoturismo. Las comunidades deben ser educadas y capacitadas para que se consoliden como el capital social y humano que permitirá la puesta en práctica, eficiente y sostenible, de la *Water Sensitive City* [11].

De otra parte [12] identificó los temas que abarca actualmente el concepto de *Water Sensitive City*: uso sostenible y conservación de los recursos hídricos; protección del ambiente; aprovechamiento de fuentes de agua alternativas como aguas pluviales y aguas grises; acceso y uso de la población a los recursos hídricos no convencionales; disposiciones y normativas urbanas para el apropiado suministro de agua; evaluación económica del recurso hídrico y estimativos del costo final para los usuarios; análisis de los riesgos que pueden correr las distintas fuentes de agua tanto tradicionales como alternativas por efecto de las ciudades; identificación de los riesgos para la salud que se derivan de las diversas fuentes de agua; mitigación y/o adaptación a las inundaciones; herramientas financieras que permitan avanzar en los objetivos de la

1. UNESCO-IHE *Institute for Water Education*, es el centro internacional de posgrados en el tema del agua más grande del mundo y tiene su sede en Delft, Holanda. El Instituto otorga grados de maestría totalmente acreditados, y un doctorado en colaboración con los socios en los Países Bajos.

Water Sensitive City; investigación; y sensibilización de las comunidades.

Water Sensitive City: orígenes y evolución del concepto

La primera mención oficial de la *Water Sensitive City* se realizó en 2004, al incluirla como uno de los objetivos de la *Australian Commonwealth's National Water Initiative* (Iniciativa Nacional del Agua de la Comunidad Australiana). En ese documento —aprobado por el gobierno federal australiano junto con seis gobiernos estatales: New South Wales, Victoria, Queensland, South Australia, Australian Capital Territory y Northern Territory—, se vinculó el tema de la *Water Sensitive City* en el capítulo dedicado a las reformas del manejo de las aguas urbanas, específicamente en la Cláusula 92: “Innovación y desarrollo de capacidades para crear ciudades australianas sensibles al agua” [13].

Aunque en sus orígenes el concepto y los alcances de la *Water Sensitive City* no estaban del todo definidos, ya era claro que se trataba de una desviación significativa del manejo tradicional de las aguas urbanas, puesto que debería basarse en una política de gestión del agua que ofreciera soluciones a tres graves problemáticas que afrontaban las ciudades australianas en ese momento, y que el manejo tradicional de las aguas urbanas no lograba solucionar: acceso sostenible al agua por parte de una población en constante crecimiento, degradación de los ecosistemas acuáticos e inundaciones cada vez más frecuentes e incontrolables [14], [15], [16].

En 2006 [17] planteó que cuando una ciudad se comporta como un sistema resiliente, los disturbios —como las inundaciones o la degradación de los ecosistemas acuáticos— ofrecen un gran potencial para crear oportunidades de innovación sistémica, al tiempo que se generan nuevas y más sostenibles vías de desarrollo. Por el contrario, cuando una ciudad es un sistema vulnerable, incluso pequeñas perturbaciones como una tormenta prolongada, pueden causar colapsos urbanos perturbadores con consecuencias socioeconómicas catastróficas. Teniendo en cuenta el factor de vulnerabilidad planteado por [17], los promotores de la *Water Sensitive City* vincularon la noción de resiliencia urbana a ese paradigma en gestación.

El concepto de *Water Sensitive City* ha cuestionado profundamente los enfoques convencionales de la gestión del agua urbana, al tiempo que propicia investigaciones orientadas al fomento de nuevos modelos para su gestión, exigiendo la re-formulación del diseño urbano, puesto que requiere espacios exclusivos para las aguas pluviales como reservorios, caminos de agua y sistemas de amortiguación frente a las tormentas. *Water Sensitive City* es un concepto que ha evolucionado vertiginosamente —tanto en Australia como en otros países— y son numerosos los investigadores que trabajan por definir sus alcances: conservación y/o restauración de los ecosistemas acuáticos; seguridad del suministro de agua a poblaciones urbanas en rápido crecimiento; sostenibilidad económica de las ciudades y salud pública de sus habitantes.

Pese a la evolución, complejidad y profundización que ha alcanzado el concepto de *Water Sensitive City*, continúa fundamentado en los tres pilares básicos que le dieron origen: 1) las ciudades deben planificarse como cuencas que permitan el acceso de la población a diversas fuentes hídricas, en un escenario de infraestructuras centralizadas y descentralizadas que faciliten el suministro de agua a muy diversas escalas; 2) las ciudades deben proporcionar servicios a los ecosistemas, es decir: lo construido debe apoyar las funciones de los ambientes naturales; y 3) las ciudades deben generar comunidades ‘sensibles al agua’, que sean la base socio-política para la toma de decisiones, y que adopten comportamientos orientados al cuidado del agua [18], [19].

Finalmente, Brown et al [20] señalan que para que se logren los innumerables objetivos que plantea la *Water Sensitive City* se requiere: desarrollar un nuevo enfoque del diseño urbano que incluya espacios públicos independientes para las aguas pluviales; fortalecer una cultura urbana que valore y proteja el agua y lograr que esa transformación cultural permee tanto las instituciones como las comunidades; y generar opciones tecnológicas sostenibles para su implementación.

De la ‘ciudad que suministra agua’ a la Water Sensitive City

Algunos investigadores consideran que la *Water Sensitive City* es producto de la evolución que ha tenido la forma en que las ciudades gestionaron sus aguas pluviales, pota-

bles y servidas, durante los dos últimos siglos. Entre 2002 y 2008 un equipo de la Monash University adelantó una investigación en cuatro ciudades australianas —Sídney, Melbourne, Perth y Brisbane—, a partir de la cual se formuló una teoría que incluye seis estados que las urbes transitan para alcanzar el estatus de ‘sensibles al agua’. De acuerdo con [20], el primer estado, la *Water Supply City* [ciudad que suministra agua], fue producto de la colonización de Australia por los europeos a principios del siglo XIX, y logró asegurar, mediante sistemas hidráulicos, el abastecimiento y el acceso de los habitantes de las ciudades al agua.

El segundo estado, la *Sewered City* [ciudad con alcantarillas], proporcionó buenos niveles de saneamiento y salud pública a los ciudadanos, y a mediados del siglo XIX era una realidad en gran parte de Australia.

El tercer estado, la *Drained City* [ciudad de los drenajes] surgió tras la Segunda Guerra Mundial, y otorgó a las urbes australianas protección contra las inundaciones mediante el drenaje y la canalización de las aguas pluviales.

El cuarto estado, la *Waterways City* [ciudad de los caminos de agua] rompió con la evolución lineal que mantienen los estados anteriores, puesto que afloró en respuesta a los movimientos ambientalistas de las décadas de 1960 y 1970, los cuales evidenciaron que los cuerpos de agua naturales y artificiales de las ciudades, se estaban degradando de manera acelerada por el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos.

En consecuencia, los objetivos de la *Waterways City* son de carácter primordialmente ambiental, y si bien, algunas ciudades australianas avanzaron hacia ese estado, otras se encuentran aun superando los límites que les impiden lograrlo, pues para alcanzarlo se requieren, además de normativas, buenas prácticas en relación a los cuerpos de agua por parte de las comunidades.

El quinto estado, la *Water Cycle City* [ciudad del ciclo del agua] reconoce los límites de los recursos naturales y en consecuencia, vela por la protección y la conservación de las fuentes de agua —superficial y subterránea—, fomentando normativas que apuntan a la sostenibilidad social, económica y ambiental de las ciudades y sus regiones de influencia. Estado que, según los investigadores, aún no ha sido totalmente asumido por ninguna ciudad australiana.

El sexto y último estado, la *Water Sensitive City* [ciudad sensible al agua] busca la equidad intergeneracional y la resiliencia urbana frente a los efectos del cambio climático. Por tanto, su diseño urbano es especialmente adaptable y sus infraestructuras poseen un carácter multifuncional.

Si bien no hay un solo ejemplo en el mundo de este tipo de ciudad, algunas ciudades de Australia, Nueva Zelanda y Singapur han incorporado los lineamientos de la *Water Sensitive City* en políticas, normativas y estrategias de diseño urbano.

Fases de transición: de la *Drained City* a la *Waterway City*

Basados en la teoría de la transición de las ciudades arriba mencionada, Brown & Clarke [21] estudiaron el caso de la ciudad de Melbourne, donde reconocieron los cuatro estados iniciales de la transición —*Water Supply City*, *Sewered City*, *Drained City*, *Waterway City*— y sus correspondientes épocas, y además, lograron identificar entre 1960 y 2006, cuatro fases sucesivas que atravesó la ciudad en su tránsito del tercer estado [ciudad de los drenajes] al cuarto [ciudad de los caminos de agua]. Las fases se describen a continuación.

Fase 1. 1960 a 1989— El rápido crecimiento de Melbourne durante la postguerra, sumado a la gestión tradicional de las aguas de la ciudad, es decir, el vertimiento de las aguas pluviales, grises y negras a los causes de agua, degradó y contaminó los ríos y arroyos de la ciudad, y por ende, polucionó la bahía —*Port Phillip Bay*—. La contaminación era tal que los avisos de prevención se hicieron frecuentes en las playas públicas pues el agua representaba alto riesgo para la salud humana. Para 1987 la dinámica económica de la ciudad ya estaba afectada: la pesca de mejillones, renglón económico relevante, fue prohibida debido a la polución de la *Port Phillip Bay*. En 1988 se informó oficialmente de la proliferación de algas tóxicas en la bahía, y las entidades encargadas de la salud pública de la ciudad alertaron a la población respecto a los peligros del consumo de mariscos, lo que agravó aún más la situación de las empresas del sector pesquero.

Se generó entonces un movimiento ambientalista que cuestionó la validez de la gestión tradicional de las aguas urbanas, pues comprometía la integridad ecológica de

los cuerpos de agua dulces y salados, degradaba los espacios para la recreación y el turismo, y desestabilizaba las dinámicas socioeconómicas de la urbe. Dentro de los logros alcanzados en este período se destacan: el primer trabajo de evaluación ambiental de la *Port Phillip Bay*, realizado entre 1968 y 1973 por el *Fisheries and Wildlife Department of Victoria* [Departamento de Pesca y Vida Silvestre de Victoria], cuyos hallazgos sentaron las bases para el desarrollo de la primera política pública de protección del ambiente en el estado de Victoria.

Un año después, Birell et al [22] publicaron un libro titulado *Port Phillip Bay: The Case for Alarm*, y al mismo tiempo, el *Australian Water Resources Council* [Consejo de Recursos Hídricos de Australia] elaboró las primeras Directrices Nacionales de Calidad del Agua. En 1980 el diario *The Age* realizó una campaña para recuperar el río Yarra, el más importante de la ciudad, denominada “*Give the Yarra a Go!*”, y gracias a ella, ese mismo año el Premier del estado de Victoria asignó el presupuesto necesario para la recuperación del río, y además, para la construcción de un malecón de 12 kilómetros para peatones y ciclistas en sus márgenes. Todo eso abrió el camino para futuras políticas de protección de los recursos hídricos de la ciudad [21].

Fase 2. 1990 a 1995— El período se destaca por la creación de los Centros de Investigación Cooperativa —CRC por sus siglas en inglés— en todo el territorio australiano, los cuales vinculan instituciones de carácter académico como *Monash University* o *University of Melbourne*, con entidades estatales como *Melbourne Water* del Estado de Victoria. En 1992 se fundó la CRC for Catchment Hydrology [CRC para la hidrología de cuencas] y en 1993, la CRC for Freshwater Ecology [CRC para la ecología del agua dulce].

En 1992 se realizó en Sidney el primer simposio sobre gestión de aguas pluviales, y tres años después se llevó a cabo el segundo en Melbourne. En 1991 se adelantó el segundo estudio ambiental de la *Port Phillip Bay*, y en 1992, el tercero. En cuanto a la gestión de las aguas pluviales, se incorporaron a los planes de desarrollo de la ciudad una serie de nuevos humedales con el fin de amortiguar las inundaciones.

Hacia el final de esta fase, surgió en la ciudad de Perth la noción de *Water Sensitive Urban Design*-WSUD [Diseño

Urbano Sensible al Agua], enfoque vinculado al ciclo del agua que fue inicialmente considerado como ‘radical’. Hacia 1995 el concepto de WSUD empezó a filtrarse como clave para la gestión de las aguas pluviales de Melbourne.

Finalmente cabe subrayar que en este período se empezaron a cuestionar las enormes limitaciones que tenía la gestión del agua pluvial ‘al final del tubo’ —es decir, la gestión tradicional—, para reemplazarlas por prácticas preventivas que custodiaran la calidad del agua ‘en la fuente’, fundamentadas en innovaciones de diseño y planificación urbana y respaldadas por campañas educativas dirigidas a todas las comunidades [21].

Fase 3. 1996 a 1999— Esta fase se destaca por abrirle un espacio a la Gestión de Calidad de las Aguas Pluviales Urbanas —USQM por sus siglas en inglés—, como respuesta a los resultados del tercer estudio ambiental de la *Port Phillip Bay*, publicados en 1996, que recomendaban como prioridad una reducción de mil toneladas de nitrógeno en las descargas que recibía la bahía, con relación a los niveles de 1993. Para lograrlo, se pusieron en marcha varios proyectos, como el de reducir las descargas contaminantes que recibía la Planta de Tratamiento Occidental, así como la construcción de diez humedales artificiales —que a mediano plazo se consolidaron como emblemas de Melbourne—, para aprovechar los procesos de depuración del agua que realizan de manera natural.

El proceso de la construcción de los humedales se publicó en el libro *Managing Urban Stormwater using Constructed Wetlands* [23]. De otro lado, cabe mencionar en esta fase, la exigencia del adecuado manejo de aguas pluviales como requisito para expedir licencias de construcción. Adicionalmente se creó el Comité de Aguas Pluviales de la ciudad, el cual publicó en 1999 el libro *Urban Stormwater: Best Practice Environmental Management Guidelines* [Agua Pluvial Urbana -Guía de buenas prácticas para la gestión medioambiental] y generó una serie de lineamientos para recuperar los cuerpos de agua de la ciudad, como la reducción del 80% de la carga anual de sólidos en suspensión y una reducción del 45% del nitrógeno y del fósforo que se vertían en los cuerpos de agua.

Al finalizar esta fase habían cambiado las actitudes de la gente frente a los cuerpos de agua, y en consecuencia, se redujeron notablemente los desechos que anteriormente

se arrojaban a ellos. Los cuerpos de agua dejaron de ser botaderos de basura a cielo abierto en el imaginario de la ciudadanía, para constituirse como elementos esenciales del paisaje urbano y ambientes apropiados para la recreación y el disfrute de la naturaleza [21].

Fase 4. 2000 a 2006— En esta fase la Gestión de Calidad de las Aguas Pluviales Urbanas alcanzó legitimidad institucional y acogida por parte del sector privado. En el año 2000 se realizó en Melbourne la primera conferencia sobre *Water Sensitive Urban Design* con el patrocinio de la Oficina del Agua de Melbourne, la *CRC for Catchment Hydrology*, la Asociación de Ingenieros de Australia y la Asociación de Industrias para Aguas Pluviales de ese país.

El objetivo de la conferencia fue reunir profesionales, investigadores y creadores de políticas públicas para valorar la viabilidad de aplicar el concepto de *Water Sensitive Urban Design* en las cuencas urbanas.

El interés que despertó la conferencia hizo que se realizara cada dos años: en Brisbane en 2002, en Adelaide en 2004 y en Melbourne en 2006. De otro lado, en 2001 se desarrolló el software Modelo para Mejorar la Conceptualización de las Aguas Pluviales Urbanas —MUSIC por sus siglas en inglés—, herramienta de modelado que permite crear diseños alternativos para la gestión de las aguas pluviales urbanas, prediciendo sus beneficios espaciales y temporales, la cual fue puesta a disposición de los profesionales y la industria. En 2004 se lanzó el proyecto *Clean Stormwater – A Planning Framework* [Aguas pluviales limpias—Un marco para la planificación] cuyo objetivo principal fue el de asegurar que el desarrollo y el crecimiento urbano no afectaran la bahía.

Algunos de sus objetivos se incluyeron en el documento Melbourne 2030.

Adicionalmente, en esta fase se produjeron y publicaron tres libros decisivos para la implementación del nuevo paradigma para la gestión del agua en las ciudades australianas: *City of Melbourne's Water Sensitive Urban Design Guidelines* (2005), *Melbourne Water's Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater* (2005), y *Engineers Australia's Australian Runoff Quality* (2006). Todos estos avances teóricos permitieron que el concepto de *Water Sensitive City* arraigara en la ciudad de Melbourne como uno de los principales lineamientos para su planificación y diseño [21].

Limitantes a la Water Sensitive City

La *Water Sensitive City* es un estado de las ciudades contemporáneas que se encuentra en su fase teórica, y aunque muchos científicos, planificadores y diseñadores urbanos trabajan por su concreción y puesta en práctica, hace falta superar una serie de limitantes inherentes a la organización —urbana, cultural, socioeconómica, política y administrativa— de las ciudades actuales, puesto que por estar firmemente arraigada a los paradigmas urbanos del siglo XX, no es compatible con el nuevo concepto de *Water Sensitive City*.

Las barreras y limitantes más importantes se pueden agrupar en seis categorías:

Las socioculturales: las comunidades no manejan buenas prácticas en relación a las fuentes hídricas, y en muchos casos, en vez de velar por su protección y conservación, las utilizan como vertederos de residuos sólidos y líquidos o como cloacas a cielo abierto.

Las institucionales: la ausencia de políticas públicas, reglamentaciones y normativas urbanas de carácter vinculante u obligatorio, permiten la permanencia y continuidad de paradigmas obsoletos e inadecuados para la gestión actual del agua urbana.

Las educativas: la falta de información junto con el desconocimiento de los beneficios generales y particulares que se derivan de conservar las fuentes hídricas y gestionar de manera eficiente las aguas lluvias, impiden que el cambio de paradigma se genere desde las comunidades.

Las financieras: los costos que entraña la sustitución de los antiguos sistemas para la gestión del agua urbana —como sumideros y tuberías subterráneas— hoy obsoletos, se estiman desde una perspectiva individualista, simplista y netamente financiera, sin calcular las grandes ganancias económicas que esta sustitución puede generar en la ciudad y sus comunidades.

Las técnicas: aunque los desarrollos técnicos y tecnológicos para poner en práctica los lineamientos de la *Water Sensitive City* ya existen, hacen falta herramientas de evaluación comparativa que permitan informar a la clase política cuáles son los beneficios del cambio de paradigma.

Las conceptuales: los estrategias del agua en las ciudades carecen todavía de una visión clara de lo que

puede ser una ciudad sostenible en términos del agua, o resiliente en el tema de las inundaciones [24], [25], [26].

Acelerando la transición a la Water Sensitive City

En centros de investigación y entidades gubernamentales se trabaja con el objetivo de superar las limitantes arriba mencionadas, y se proponen diversas estrategias para acelerar la transición de las ciudades al estado de *Water Sensitive City*. A nivel nacional el *International Water Centre* junto con el gobierno federal de Australia, desarrollaron una serie de talleres en torno al tema de la transición de las ciudades de ese país al estado de la *Water Sensitive City*.

Los talleres se llevaron a cabo en 2009 en las cinco capitales estatales (Sídney, Melbourne, Brisbane, Perth, Adelaida) y en Camberra. Como resultado se publicó un documento [27] que aporta una serie de estrategias para que las ciudades australianas logren cuanto antes tal transición.

En ese libro se identificaron las acciones prioritarias a llevar a cabo, estableciendo su prelación a partir de valoraciones porcentuales, como se describe a continuación.

El 42% de las acciones requeridas para la transición se encuentra en el campo institucional: es esencial que el gobierno revise en profundidad el modelo de gestión de las aguas urbanas, y que las instituciones generen incentivos fiscales y/o financieros que fomenten un entorno adecuado en el que se consolide la nueva cultura del agua.

El 26% de las acciones requeridas se relaciona estrechamente con el concepto de la *Water Sensitive City*, de manera que es fundamental definirla en profundidad para que así, se puedan generar políticas de planificación y normativas urbanas que sean fruto de sus postulados.

El 19% de las acciones requeridas se vincula con la materialización de la *Water Sensitive City*: se sugiere la realización de proyectos demostrativos mediante los cuales se puedan detectar y establecer metodologías claras, al tiempo que se valoren los costos reales de las obras, dos aspectos que facilitarán la toma de decisiones en el futuro.

El 14% de las acciones requeridas se relaciona con la creación de conciencia entre las comunidades, puesto

que son ellas las que aportarán sostenibilidad al nuevo modelo de gestión de los recursos hídricos.

A nivel local, Ferguson et al [28], a partir de una serie de talleres coordinados por la *Monash University*, establecieron una senda para lograr el estado de la *Water Sensitive City* en la ciudad de Melbourne. Los investigadores subrayan que establecer una visión de futuro —en este caso la *Water Sensitive City*— es esencial para que se produzca el cambio, puesto que a partir de esa visión los diferentes actores involucrados en la gestión del agua actuarán en pro de un objetivo compartido.

Los talleres se desarrollaron con base en cuatro temáticas: salud ecológica y social; conectar comunidades; prosperidad compartida; y nuestro sistema hídrico; cada una de ellas asociada estrechamente con el agua como elemento fundamental. Como resultado de los talleres se identificaron nueve temas esenciales para la transición:

- Cristalizar la visión de la *Water Sensitive City*
- Fomentar conexiones entre las comunidades y el agua
- Constituir al agua en pilar de la transformación cultural
- Respalda las innovaciones en la gestión del agua
- Integrar y difundir todos los valores del agua
- Armonizar la planificación urbana con la gestión del agua
- Desarrollar un portafolio de recursos hídricos
- Mantener o recuperar la sanidad de los ecosistemas urbanos
- Prepararse para la incertidumbre

A partir de los nueve temas identificados, Ferguson et al [28] reconocieron cinco temas estratégicos en la senda de la transición. Implementación como primer paso que permitirá valorar los efectos de implementar los lineamientos de la *Water Sensitive City*. Estudio del nuevo sistema de gestión del agua y su capacidad real, de manera que las instituciones y organizaciones involucradas apoyen la innovación y el cambio, y el sistema funcione bajo la premisa de continua adaptación y flexibilidad.

Visión unificada que vincule al gobierno de la ciudad al sector del agua, a otros sectores oficiales urbanos, al sector privado y a las comunidades, de modo que actúen

en una misma dirección. Conectividad que enlace a los individuos, las edificaciones y las comunidades con el agua; y que además, establezca compromisos firmes entre el sector agua y otros sectores urbanos. Resiliencia como cualidad de una ciudad que genera diseños urbanos flexibles, adaptables y multipropósito, para hacer resilientes las economías, las comunidades, las infraestructuras y los ecosistemas urbanos.

Water Sensitive City fuera de Australia

El concepto de *Water Sensitive City* no solo está modelando y re-definiendo el diseño urbano de las principales ciudades australianas, sino que ha empezado a implantarse fuera de sus fronteras. En 2012 se editó *Water Sensitive Cities* [29], libro publicado en Londres que incluye textos de más de veinte expertos internacionales que presentan nuevos modelos de gestión de los recursos hídricos. El libro incluye estudios de caso en ciudades de Holanda, Polonia, Singapur, Japón, Suecia, China, Emiratos Árabes, Estados Unidos, Reino Unido, Medio Oriente, y por supuesto, Australia. Cabe señalar que en este libro, Rebekah Brown —investigadora de la *Monash University* de Australia—, es la única autora que llama *Water Sensitive Cities* al nuevo concepto para la gestión de las aguas urbanas.

No obstante, el título que seleccionaron los editores para el libro es precisamente ese, lo que evidencia que el concepto de *Water Sensitive City* cobija a las nuevas tendencias que están surgiendo en el mundo como estrategias de adaptación frente a los rigores del cambio climático en el campo del agua y las inundaciones.

A continuación y sin pretender ser exhaustivos, se presentan otros ejemplos de la amplia acogida que ha tenido en los últimos cinco años el concepto australiano de *Water Sensitive City*. En primer lugar el manual de la OECD *Water and Cities: Ensuring Sustainable Futures*, publicado en 2015 [30] y dirigido a los 33 países que hacen parte de esa organización internacional, en el cual se incluye el tema del Diseño Urbano Sensible al Agua, tomando como ejemplos de su aplicación dos casos, uno en Japón y el otro en Holanda.

De otro lado, la tesis de maestría del Politécnico de Milán, Italia, titulada *NEWater urban scapes. A methodology for*

assessing water sensitive cities [31]. Así mismo, el artículo *Residential Environment Function and Evaluation of Water Sensitive Urban Design*, publicado en 2014 por el *Journal of the Residential Environment Institute* de Corea [32]. Además, el manual *Water Sensitive Urban Design in the UK – Ideas for built environment practitioners*, publicado en 2013 en Londres, en el cual se presentan los alcances y beneficios de las ciudades cuyos espacios públicos se diseñan teniendo como determinante fundamental la sensibilidad al agua [33].

Por último, el manual *Water Sensitive Urban Design: Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future*, publicado por la Unión Europea en 2011, en el que se presenta una visión ampliada del concepto original australiano, documentando estudios de caso localizados en las ciudades de Núremberg, Stuttgart y Berlín en Alemania; Lodz en Polonia; Róterdam en Holanda; y Portland en los Estados Unidos.

Conclusiones

El agua, aunque siempre ha sido esencial para la existencia de las ciudades, fue considerada por los urbanistas y planificadores del siglo XX como un elemento poco importante a nivel del ordenamiento espacial de los espacios públicos. En consecuencia y durante más de un siglo, el agua potable y las aguas servidas se manejaron de manera subterránea y oculta, mientras que las aguas lluvias fueron vistas como un elemento ocasional pero conflictivo, refrescante pero también riesgoso. Con el advenimiento del cambio climático las lluvias se incrementaron, y el riesgo de inundación se convirtió en amenaza constante para muchas ciudades del mundo.

De manera paralela las grandes migraciones humanas, campo-ciudad o entre regiones disímiles, han acelerado el crecimiento poblacional de las ciudades, generando incertidumbre en cuanto al abastecimiento sostenible de agua potable. Frente a estos dos problemas que afrontan todas las ciudades del mundo surgió en Australia el concepto de *Water Sensitive City*. Su origen, planteamiento y evolución, evidencia que las aguas urbanas están cambiando su rol tradicional —subterráneo, oculto, problemático, conflictivo y riesgoso— para consolidarse como determinantes esenciales en los procesos de

diseño y planificación de las ciudades. Y este nuevo paradigma conlleva profundas transformaciones de la cultura urbana a todos sus niveles.

Referencias

- [1] Banco Mundial. *Informe sobre el desarrollo mundial 2010. Desarrollo y cambio climático*. Washington: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, 2010.
- [2] Buhaug, H. & Urdal, H. An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities. *Global Environmental Change*, vol. 23, N° 1, pp. 1-10, 2013.
- [3] Black, R.; Kniventon, D. & Schmidt-Verkerk, K. "Migration and Climate Change: Toward an Integrated Assessment of Sensitivity". In Faist, T. & Schade, J. (eds) *Disentangling migration and climate change: Towards an analysis of concepts, methodologies, and policies*. Berlin: Springer, pp. 29-53, 2013.
- [4] Castán, V. & Bulkeley, H. "A survey of urban climate change experiments in 100 cities". *Global Environmental Change*, vol. 23, pp. 92-112, 2013.
- [5] De Hann, F.J.; Rogers, B.C.; Frantzeskaki, N. & Brown, R.R. "Transitions through a lens of urban water". *Environmental Innovation and Societal Transitions*, article in press, 2015.
- [6] Nelson, V.; Moddemeyer, S. & Schwartz, P. *The Baltimore Charter for Sustainable Water Systems*, 2007. <http://sustainablewaterforum.org/baltimore.html>
- [7] Bacchin, T.K.; Ashley, R.; Sijmons, D.; Zevenbergen, C. & Timmeren, A. *Green-Blue Multifunctional Infrastructure: An Urban Landscape System Design New Approach*. 13th International Conference on Urban Drainage, Sarawak, Malaysia, 7-12 September 2014.
- [8] Elmer, V. & Fraker, H. "Water, Neighborhoods and Urban Design: Micro-Utilities and the Fifth Infrastructure". In: Howe, C. & Mitcell, C. (eds) *Water Sensitive Cities*. London: IWA Publishing, 2012.
- [9] Salinas Rodríguez, C.N.A.; Ashley, R.; Gersonius, B.; Rijke, J.; Pathirana, A. & Zevenbergen, C. "Incorporation and application of resilience in the context of water-sensitive urban design: linking European and Australian Perspectives". *WIREs Water*, vol. 1, pp. 173-186, 2014.
- [10] Lee, S. & Yigitcanlar, T. Sustainable urban stormwater management: water sensitive urban design perceptions, drivers and barriers. In: Yigitcanlar, T. (Ed) *Rethinking Sustainable Development: Urban Management, Engineering, and Design*. New York: Engineering Science Reference, pp. 26-37, 2010.
- [11] Monash University. *Monash University Submission to the Review of the Metropolitan Water Sector*. Melbourne: Victorian Competition & Efficiency Commission, 2008.
- [12] De Sousa, D. *Project A 3.2 Final Report: Results of Legislative Stock-take for Western Australia*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2008.
- [13] COAG-Council of Australian Governments. *Intergovernmental Agreement on a National Water Initiative*, Commonwealth of Australia and the Governments of New South Wales, Victoria, Queensland, South Australia, the Australian Capital Territory and the Northern Territory, signed 25 June 2004. Disponible en: <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/82387.pdf>, p. 20
- [14] McCallum, T. *Conceptualising Urban Water Regulation. The Melbourne System*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2014.
- [15] Wong, T.H.F. & Brown, R. R. "The water sensitive city: principles for practice". *Water Science & Technology*, vol. 60, N° 3, pp. 673-682, 2009.
- [16] Wong, T.H.F. & Brown, R.R. Transitioning to Water Sensitive Cities: Ensuring Resilience through a new Hydro-Social Contract. *11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK*, 2008.
- [17] Adger, N. "Vulnerability". *Global Environmental Change*, N° 16, pp. 268-281, 2006.
- [18] Floyd, J.; Iaquinto, B. L.; Ison, R. & Collins, K. "Managing complexity in Australian urban water

- governance: transitioning Sydney to a water sensitive city". *Futures*, Vol. 61, pp. 1-12, 2014.
- [19] Wong, T.H.F.; Allen, R.; Brown, R.R.; Deletic, A.; Gangadharan, L.; Gernjak, W.; Jakob, C.; Johnstone, P.; Reeder, M.; Tapper, N.; Vietz, G. & Walsh, C.J. *Blueprint 2013 - Stormwater Management in a Water Sensitive City*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2013.
- [20] Brown, R.R.; Keath, N. & Wong, T. (2008). *Transitioning to Water Sensitive Cities: Historical, Current and Future Transition States*. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
- [21] Brown, R.R. & Clarke, J. *Transition to Water Sensitive Urban Design: the story of Melbourne, Australia*. Melbourne: Facility for Advancing Water Biofiltration/ Monash University, 2007.
- [22] Birrell, R.; Hay, C. & Hilton, R. *Port Phillip Bay: the case for alarm*. Clayton [Australia]: Environmental Research Associates, Monash University, 1974.
- [23] Wong, T.; Breen, P.F.; Somes, N. & Lloyd, S. *Managing Urban Stormwater using Constructed Wetlands*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 1998.
- [24] CRCWSC. *Submission to the 2014 Triennial Assessment of water reform progress in Australia*. Clayton, Australia: CRC for Water Sensitive Cities, 2014.
- [25] McManus, R. *Water Sensitive Urban Design Barriers and Opportunities in Darwin - Discussion Paper*. Darwin: Northern Territory Department of Planning and Infrastructure, 2009.
- [26] Water by Design. *Water Sensitive Urban Design: Barriers to Adoption and Opportunities in South-East Queensland*. Queensland: Water by Design, 2005.
- [27] Ison, R.L.; Collins, K.B.; Bos, J.J. & Iaquinto, B. *Transitioning to Water Sensitive Cities in Australia: A summary of the key findings, issues and actions arising from five national capacity building and leadership workshops*. Clayton: NUWGP/IWC, Monash University, 2009.
- [28] Ferguson, B.; Frantzeskaki, N.; Skinner, R. & Brown, R.R. *Melbourne's Transition to a Water Sensitive City. Recommendations for Strategic Action*. Melbourne: Monash University, 2012.
- [29] Howe, C. & Mitchell, C. *Water Sensitive Cities*. London: IWA Publishing, 2012.
- [30] OECD. *Water and Cities. Ensuring Sustainable Futures*. París: OECD, 2015.
- [31] Boroomand, L. (2015). *NEWater urban scapes. A methodology for assessing water sensitive cities*. Tesis de Maestría: Politécnico e Milán.
- [32] Kim, H.; Kwack, D.; Yoon, M.; Lee, J. & Hwang, Y. (2014). Residential Environment Function and Evaluation of Water Sensitive Urban Design. *Journal of the Residential Environment Institute of Korea*, vol. 12, Nº 3: 327-341.
- [33] Morgan, C.; Bevington, C.; Levin, D.; Robinson, P.; Davis, P.; Abbott, J. & Simkins, P. *Water Sensitive Urban Design in the UK – Ideas for built environment practitioners*. Londres: CIRIA, 2013.

Los Autores



Luis Fernando Molina Prieto

Arquitecto-Investigador con amplia experiencia en temas de sostenibilidad urbana. Miembro del grupo de investigación Territorio y Habitabilidad. Docente investigador Facultad de Arquitectura Universidad de América. Por su trabajo ha recibido varios reconocimientos, dentro de los que se destaca el primer lugar en el Premio de reportaje sobre biodiversidad, 2004, entregado en Bangkok, Tailandia. Correo electrónico: lmolinaprieto@gmail.com



Ernesto Villegas Rodríguez

Arquitecto de la Universidad de América (1984), con Especialización en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, de la Universidad de los Andes, “Centro, Interdisciplinario de Estudios Regionales” (CIDER), (1991). Especialización y Magister en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Universidad Nacional de La Plata Argentina 2014. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Con énfasis en Planificación y Gestión de Proyectos.