

Vulnerabilidad al cambio climático en Pedernales, Ecuador: retos desde el agua

Vulnerability to climate change in Pedernales, Ecuador: challenges from the water

Andrea Cevallos Aráuz (1) y Cristhian Parrado Rodríguez (2)

(1) Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), sede Ecuador, Ecuador, azuliverde7@gmail.com

(2) Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), sede Ecuador, Colombia, crgiparradofl@flacso.edu.ec

Fecha de recepción: 29 de marzo de 2018

Fecha de aceptación: 20 de julio de 2018

Resumen

Este artículo identifica las condiciones de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático que presenta la ciudad de Pedernales (Ecuador) en relación con el agua. Caracteriza esta problemática en función de cuatro ejes: el estado de los recursos hídricos, las formas de ocupación sobre riberas, los mecanismos de circulación del agua y el sistema sociocultural de uso de este recurso. Luego describe cómo el enfoque de adaptación basado en un diseño urbano sensible al agua puede disminuir la vulnerabilidad que genera la contaminación de las riberas del principal río de la ciudad. A partir de esto se busca debatir los retos que para la agenda local implicaría la recuperación integral de riberas y ríos a través de procesos de restauración ecológica y mejoramiento paisajístico.

Palabras claves: adaptación al cambio climático; diseño urbano; riberas; Ecuador

Abstract

This article identifies the conditions of vulnerability and risk to climate change presented by the city of Pedernales (Ecuador) in relation to water. It characterizes these problems

according to four axes: the state of water resources, the forms of occupation on riverbanks, the mechanisms of water circulation, and the sociocultural system of use of this resource. Then he describes how the adaptation approach based on an urban design sensitive to water can reduce the vulnerability generated by pollution of the banks of the main river in the city. From this, it is sought to discuss the challenges that for the local agenda would imply the integral recovery of banks and rivers through processes of ecological restoration and landscape improvement.

Keywords: adaptation to climate change; urban design; riverbanks; Ecuador

Introducción

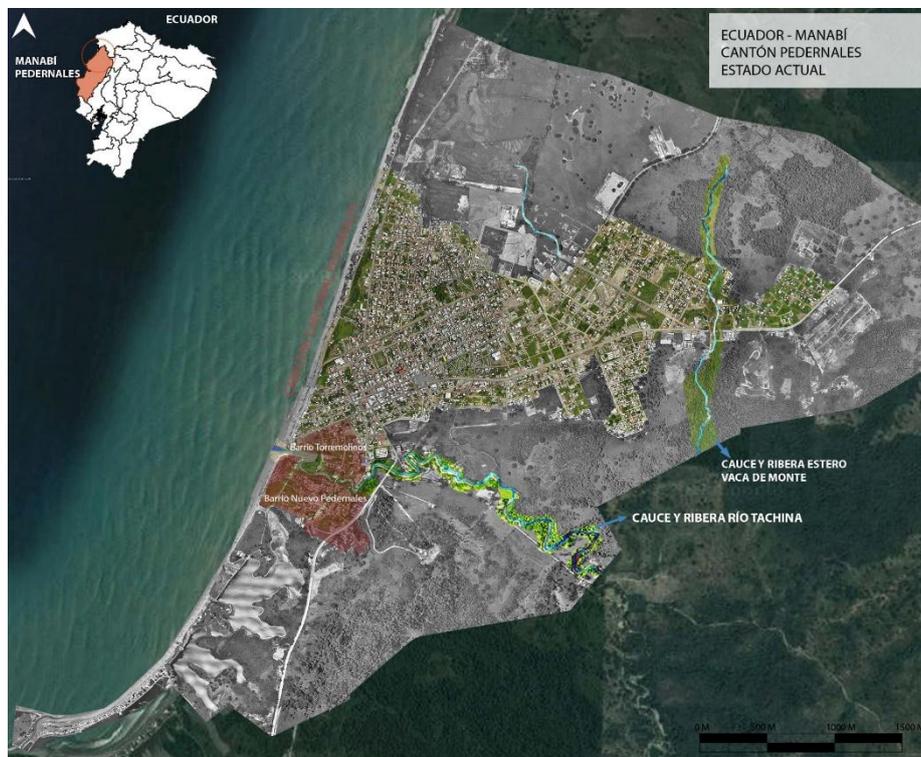
El cambio climático y las áreas urbanas de América Latina cada vez más evidencian su estrecha relación. Lo anterior no solo en el sentido que estas áreas presentan mayores probabilidades para experimentar los impactos negativos asociados al cambio del clima (como inundaciones, precipitaciones extremas y sequías), sino también que son las que disponen de menos capacidades de adaptación y mitigación en comparación a los países desarrollados (Hernández 2016; Delgado, Campos y Rentería 2012; Hardoy y Pandiella 2009). Aunque es posible evidenciar algunas respuestas urbanas significativas al cambio climático en la región (Sánchez 2013), aún quedan innumerables retos por delante en la construcción de soluciones y medidas efectivas de adaptación y mitigación.

En lo concerniente al agua, las ciudades latinoamericanas demuestran mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático en función de su escasez y el alto grado de contaminación de las fuentes de abastecimiento. Además, los acelerados procesos de urbanización y ocupación informal del suelo han provocado una presión muy alta sobre las riberas —que son lugares más propensos a sufrir deslaves e inundaciones— y sobre los cauces hídricos —que han quedado convertidos en vertederos de aguas negras y residuos sólidos. De esta manera, las ciudades de la región pueden analizarse como sistemas entrópicos a los flujos del agua, donde esta es captada fuera del sistema urbano y desechada después en forma degradada (Delgado, Campos y Rentería 2012). La existencia de un curso de agua contaminado y con procesos de ocupación informal en sus bordes no solo supone problemas ambientales, sino también grandes riesgos sociales que resultan cada vez más graves en el contexto actual de cambio climático y de crecimiento

sostenido de la población urbana en la región (Delgado 2014), lo que convierte a la degradación ambiental de riberas y ríos en un reto urgente por atender.

Reconociendo que los cauces hídricos han sido uno de los principales elementos ordenadores de las ciudades latinoamericanas, en este artículo se consideran como aspectos de primerísima atención para responder a la demanda de adaptación al cambio climático. Tomando como caso a la ciudad de Pedernales, ubicada en el cantón del mismo nombre en la provincia de Manabí al noroccidente del Ecuador (mapa 1), el artículo ofrece una caracterización de los principales inconvenientes y retos en la adaptación al cambio climático que presenta esta urbe respecto a sus afluentes de agua. Aunque esta ciudad ecuatoriana presenta síntomas similares a otras ciudades de la región (ocupación informal sobre riberas, contaminación de fuentes hídricas, etc.), cabe aclarar que su situación se complejiza a raíz del terremoto del 16 de abril de 2016 que sacudió a la costa del país, ya que el movimiento telúrico alcanzó a deteriorar algunas redes de alcantarillado y provocó nuevas ocupaciones sobre las riberas donde anteriormente ya existían asentamientos informales.

Mapa 1. Ubicación de localización de la ciudad de Pedernales, Ecuador.



Fuente: *Google Earth*. Elaboración propia.

Para caracterizar las problemáticas y retos de la ciudad se recurrió a consulta de fuentes secundarias –principalmente, documentos públicos–, recorridos por el territorio y realización de entrevistas a habitantes y funcionarios locales. Estos problemas y retos se relacionan con la necesidad de Pedernales de recuperar dentro de su perímetro urbano las riberas del principal río de la ciudad, buscando con ello responder a las exigencias de adaptación al cambio climático reconocidas en diversas agendas urbanas.

En la actualidad todas las agendas que posicionan el tema urbano reconocen la importancia del agua y los ríos en las ciudades y, por tanto, consideran distintos lineamientos para su protección o recuperación integral. Por ejemplo, dentro de la agenda global tanto los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas 2016) como la Nueva Agenda Urbana (Naciones Unidas 2017) plantean la necesidad de reducir la contaminación de los recursos hídricos y, a la vez, promueven su conservación y rehabilitación fomentando el tratamiento y la reutilización de aguas residuales.

Ahora bien, Ecuador ha posicionado la recuperación de los cauces hídricos en su agenda nacional, la cual está representada a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 (Senplades 2017a) y la Estrategia Nacional Territorial (Senplades 2017b). Ambos documentos reconocen que los asentamientos humanos del país se encuentran bajo riesgos inminentes del cambio climático, por lo que señalan como urgente la implementación de acciones para la protección y regeneración de los ciclos vitales, con especial énfasis en el agua. Igualmente, la agenda nacional, incluye a los ríos dentro de la discusión global de ciudades resilientes y la adaptación y mitigación al cambio climático.

Por su parte, la agenda local de Pedernales, liderada por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2014-2019, propone contribuir a la recuperación y restauración del patrimonio natural del territorio, constituido principalmente por las cuencas hidrográficas. La visión y las estrategias de desarrollo del componente biofísico del PDOT arguyen por la protección del agua a través de actividades productivas amigables con el ambiente (GADM-P 2016). Formula dos objetivos en este sentido: 1) inculcar a la ciudadanía el respeto por los recursos naturales recomendando su uso sostenible, y 2) proteger los ríos mediante la suscripción de convenios con otros niveles de gobierno para la ejecución de programas de reforestación y restauración.

Sobre esta base, el artículo busca aportar a las consideraciones que las diferentes agendas realizan acerca de los ríos y la adaptación al cambio climático en las áreas

urbanas. Particularmente, pretende aunar esfuerzos en la precisión de los problemas y retos que atañen a la agenda local de Pedernales. Así, su objetivo es doble. Por un lado, identificar las condiciones de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático que presenta la ciudad en relación con el agua. Por el otro, debatir los retos que para la agenda local implicaría la adopción de una estrategia de adaptación al cambio climático basada en la recuperación integral de riberas y ríos.

Así las cosas, este trabajo está estructurado en cuatro partes. En la primera se realiza una breve discusión teórica sobre agua urbana, cambio climático y aspectos de adaptación. En la segunda se enuncia la problemática relacionada con el sistema hídrico de Pedernales. En la tercera se puntualiza en los retos que tendría que asumir la ciudad para adoptar estrategias y acciones de adaptación ligadas a la recuperación integral de las riberas dentro de la ciudad. Finalmente, se realiza una discusión final en torno al ciclo urbano del agua y la adaptación al cambio climático.

Discusión teórica y estado de la cuestión

El cambio climático es el contexto actual de innumerables conversaciones internacionales debido a que es reconocido como la mayor amenaza para la sociedad. En el campo académico existe una literatura creciente preocupada en identificar los impactos que representa para las áreas urbanas. Algunas investigaciones discuten cómo el calentamiento global afecta las condiciones metabólicas de los ecosistemas urbanos y cómo estos, a su vez, inciden en él a través de procesos deficientes de circulación de flujos de energía y materia (Zhang 2013). Las deliberaciones sobre este tema se han centrado en el agua, la cual es concebida como el elemento sobre el que se estructuran los principales problemas de las ciudades en lo relativo al aumento de inundaciones, los periodos de sequías y el manejo inadecuado de aguas residuales.

Las ciudades del Sur global suponen ser las áreas que presentan mayores probabilidades de experimentar los impactos negativos del cambio climático, debido a la escasa construcción de capacidades de adaptación y mitigación que los gobiernos locales y nacionales hicieron históricamente sobre este tema. Durante varios años, en algunas ciudades africanas (Roberts y O'Donoghue 2013; Douglas et al. 2008), latinoamericanas (Hardoy y Pandiella 2009) y asiáticas (Li 2013; Revi 2008) los problemas de inundaciones, sequías y precipitaciones –que afectan principalmente a los pobres

urbanos– no contaron con el reconocimiento, la responsabilidad y la respuesta de los gobiernos. Situación que empieza a cambiar en las últimas décadas a raíz de deliberaciones y acuerdos internacionales que consideran la elaboración de agendas locales y nacionales para la adaptación y mitigación al cambio climático.

De manera espacial, la discusión acerca de la adaptación identifica diversos enfoques para reducir la vulnerabilidad que presentan los sistemas urbanos ante los efectos del cambio climático. En este apartado interesa mencionar al menos dos de estos enfoques por considerarse los más nombrados en la literatura. Por un lado, se propone una adaptación basada en los ecosistemas, la cual pone el énfasis en los ecosistemas como alternativa para proveer bienes y servicios vitales para la adaptación (Lhumeau y Cordero 2012; Vignola *et al.* 2009). Por el otro, se plantea una adaptación basada en comunidades, la cual hace hincapié en el empoderamiento de las comunidades para reducir su vulnerabilidad al cambio (Reid *et al.* 2009). Aunque ambos enfoques tienen sus particularidades y aún no tengan una conceptualización acabada, conviene subrayar la preocupación compartida de generar estrategias de adaptación mediante el uso sostenible de los servicios ecosistémicos y el conocimiento local de las comunidades. Si bien estos enfoques, en la práctica, promueven la conservación-restauración de ecosistemas y las capacidades-prioridades de las comunidades, varios estudios han resaltado la necesidad de reflexionar y complejizar algunos aspectos.

Particularmente para las ciudades, aunque la literatura destaca la conveniencia de articular saberes comunitarios con prácticas responsables para adaptarse –por ejemplo– a las inundaciones, también resalta la necesidad de una intervención más activa por parte de gobiernos y organizaciones internacionales (Enete, Madu y Onwubuya 2012; Douglas *et al.* 2008). Estos últimos son agentes que, a pesar que promueven varias estrategias de adaptación, su vinculación con la acción local es reducida. Inclusive, ciertas posturas (Kaur y Kaur 2016; Tir y Stinnet 2012) indican que conviene considerar la presencia de organismos internacionales y de mecanismos de cooperación regional como medios importantes de adaptación ante la recurrencia de conflictos asociados al aumento de demanda de agua entre países y ciudades. En todo caso, la inclusión de estos actores se bosqueja en función de su vinculación con los gobiernos urbanos para el desarrollo de la adaptación localmente arraigada (Roberts y O’Donoghue 2013).

De la misma manera, la literatura propone incluir acciones de adaptación sensibles a la pobreza y al género para aumentar las capacidades de riesgo, preparación, afrontamiento y recuperación de las comunidades a los impactos del cambio climático en las ciudades (Reckien *et al.* 2017). Los residentes de bajos ingresos y las mujeres a menudo se ven afectadas por constantes cambios en el clima, pero también por las políticas de adaptación y mitigación que no los consideran en su formulación y gestión. Sobre la misma vía, algunas posturas recomiendan que las estrategias de adaptación deberían vislumbrar medidas de superación de la pobreza y de disminución de los niveles de desigualdad social (Hardoy y Pandiella 2009), a la par que se construye conocimiento y capacidad de respuesta en las poblaciones urbanas vulnerables (Hernández 2016).

Otras posturas subrayan la inclusión del componente mental y afectivo en las estrategias de adaptación basada en comunidades. Aparicio y Cavelier (2014) proponen el concepto de adaptación emocional al cambio climático para referirse a la preparación psicológica y emocional de una comunidad local para enfrentar los cambios radicales en el ambiente que le rodea. Para estos autores, sentar la atención sobre esta preparación implica abordar a las emociones y mentalidades también como aspectos claves para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones. Algo similar plantea Barton (2000) con el término comunidades sustentables, con el cual explica los procesos pedagógicos y de afinidad emocional que existen entre la comunidad y su ambiente circundante.

Las exigencias de adaptación también generaron retos para el diseño urbano, el cual propone el enfoque de diseño urbano sensible al agua como estrategia para formar armonía y sinergia entre el ordenamiento urbano, la planificación hidrológica y el cambio climático (Molina y Villegas 2015). Esta postura afirma que la escasa disponibilidad de agua, el crecimiento acelerado de la población urbana y los efectos del cambio climático comprometen la salud humana y las comodidades para los habitantes de las ciudades. De esta manera, considera la infraestructura y al diseño urbano como elementos clave en la adaptación, ya que a través de estos se puede asegurar la distribución, el manejo y la reutilización sostenible del agua, a la vez que se reduce la temperatura urbana (Coutts *et al.* 2012).

A partir de lo anterior, en este artículo se entiende que la adaptación de las ciudades al cambio climático envuelve múltiples aspectos, desde aquellos que apelan por la inclusión de actores internacionales hasta aquellos que resaltan el papel del diseño. Sin

embargo, se adopta una posición que está más en relación a este último aspecto. De acuerdo a los problemas hídricos que existen en Pedernales, se incorpora la visión del diseño urbano sensible al agua para reflexionar sobre los retos que tiene la ciudad para enfrentar su vulnerabilidad y adaptarse al cambio climático. De la misma manera, se conciben los servicios ecosistémicos, las comunidades y afectividades como componentes clave y en constante comunicación con la adaptación.

Estado actual del agua en Pedernales

La presente caracterización responde a la problemática que existe en las riberas de Pedernales, y que la ubica en condición de vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. No obstante, vale aclarar que no es el único problema que presenta su sistema hidrográfico. A través de la investigación realizada se logró identificar ocho problemáticas que atañen a la situación hidrográfica de la ciudad. Estas problemáticas se han estructurado en cuatro ejes (tabla 1). Si bien los retos para la adaptación al cambio climático abordan la situación identificada dentro del primer eje, en este apartado se realiza una precisión para cada uno de los ejes, el cual permite tener una visión holística de los procesos de degradación ambiental que tienen los cuerpos de agua de la ciudad.

Tabla 1. Problemáticas hidrográficas en Pedernales.

Eje	Problemáticas
1. Estado de los recursos hídricos	Contaminación de cauces hídricos, alta concentración de contaminantes
	Alta deforestación, acumulación de desechos en riberas y quebradas
2. Forma de ocupación del territorio	Localización de asentamientos humanos y viviendas en las riberas y quebradas
3. Mecanismos de circulación del agua	Déficit en la captación de agua para consumo humano
	Deficiente servicio de alcantarillado y agua potable
	Escaso tratamiento de aguas residuales
4. Sistema socio-cultural en el uso del agua	Inadecuado manejo del agua por parte de la población
	Presencia de camaroneras

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Pedernales (GADM-P 2016). Elaboración propia

Pedernales cuenta con un sistema hidrográfico compuesto principalmente por el río Tachina y varias quebradas. Este río nace en el Bosque Protector Cerro Pata de Pájaro, al oriente de la ciudad, con un recorrido aproximado de 16 kilómetros (km) en todo el cantón y de 1,3 km dentro del perímetro urbano, y desemboca al sur en el Océano Pacífico (GADMP 2016, 22). Este río tiene influencia directa sobre la ciudad, ya que el sistema de abastecimiento de agua actual de la urbe depende de esta fuente. Es sobre este río donde se identifica los principales problemas de la ciudad.

De acuerdo con los resultados de la investigación, el primer eje tiene que ver con el estado de los recursos hídricos, el cual reúne dos problemáticas con sus respectivas causas y efectos. Por un lado, está la contaminación del río Tachina que se expresa en la alta concentración de contaminantes y su caudal reducido (GADMP 2016, 31). Las principales causas de esta situación son la construcción de albarradas, la utilización de ríos como abrevaderos de ganado, el uso de pesticida y la expulsión de aguas residuales no tratadas. El escaso control por parte de las autoridades sobre estos aspectos ha generado no solo la pérdida de la biodiversidad acuática y de calidad en el recurso hídrico, sino también a que la población esté más expuesta a enfermedades y períodos de sequía. En la época de verano muchos de estos cuerpos de agua tienden a desaparecer –o ya han desaparecido–, debido a la incesante deforestación en las nacientes y la ausencia de protección por parte de las comunidades e instituciones.

La segunda problemática del primer eje se refiere a la contaminación de las riberas y quebradas dentro de la ciudad. La alta deforestación y la acumulación de desechos en estos espacios provocan situaciones de riesgo y degradación ambiental de los cauces hídricos (GADMP 2016, 66). Esta situación tiene detrás tres causas específicas. La primera se relaciona con los variados procesos de deforestación de las riberas, los cuales han repercutido en la disminución de especies arbóreas de vital incidencia medioambiental para la ciudad. La falta de control hacia la tala indiscriminada de árboles ha dejado que los cauces hídricos queden desprotegidos sin una franja de protección ambiental que preste beneficios ecosistémicos para su conservación y restauración.

Como segunda causa se encuentra el vertimiento de desechos sólidos sobre las riberas que termina repercutiendo en la obstrucción de espacios para el crecimiento vegetal sobre estas zonas. A su vez, dicha condición dificulta la adaptación de franjas de terreno de las riberas como espacios de recreación pasiva de la población. Finalmente, la

tercera causa se deriva de la descarga de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento previo hacia los cauces hídricos. El recorrido de dichas aguas logra infiltrarse en el suelo ocasionando su contaminación al mismo tiempo que impacta negativamente el cauce hídrico. La situación antes descrita se presenta a lo largo de todo el río Tachina, sin embargo, su intensidad puede variar conforme se trate de zona urbana o rural. En la zona urbana, por ejemplo, las riberas del río Tachina se encuentran marcadas por procesos informales de ocupación del suelo. En la imagen 1 se visualiza la ubicación del asentamiento Nuevo Pedernales sobre la ribera sur del río.

Imagen 1. Ocupación informal de las riberas del río Tachina, asentamiento Nuevo Pedernales.



Fuente: archivo personal.

A lo largo de los 1,3 km de longitud que tiene el río en el perímetro urbano se encuentran diversos asentamientos humanos de hecho. En la ladera sur se ubica el asentamiento conocido con el nombre Nuevo Pedernales. En la ladera norte, por su parte, está localizado el asentamiento denominado Torremolinos. Las franjas libres de terreno entre el caudal del río y los asentamientos humanos oscilan entre 6 metros (m) y 60 m, dependiendo de la forma de ocupación del asentamiento. En ambas laderas se pueden ver procesos de deforestación y vertimiento de desechos.

Igualmente, estas laderas cuentan con un puente que las comunican entre sí. Sin embargo, la ladera sur resulta particular ya que esta zona y sus habitantes se encuentran

relegados de varios servicios que ofrece la ciudad como transporte, equipamientos sociales y redes de alcantarillado. Así, el río funciona actualmente como barrera que no permite integrar ambas partes de la ciudad; es decir, su potencialidad ecológica y su uso como espacio urbano y público se encuentran reducidos.

En sintonía con lo anterior, se ha ubicado el segundo eje problemático. Este tiene que ver con la forma de ocupación del suelo dentro del perímetro urbano, expresándose en la localización de asentamientos y viviendas en las riberas. Especialmente, sobre el río Tachina dicho problema se deriva de la falta de medidas de protección ambiental y de procesos de planificación no cumplidos y permisivos con estos procesos de ocupación. Los efectos sociales de esta ocupación se expresan en mayores exposiciones de sus residentes a riesgos de inundación y deslizamiento, máxime en aquellos asentamientos (como Nuevo Pedernales) que cuentan con una franja libre de 6 m. Estos riesgos se asocian, por un lado, por ser zonas de incidencia del crecimiento del cauce del río y, por el otro, con los procesos de erosión del suelo que presentan los terrenos de las riberas; aspectos que son considerados en el plano de riesgos de la ciudad (GADMP 2016, 37).

Ahora, en cuanto a efectos ambientales y urbanísticos, la localización de asentamientos de hecho sobre las riberas acrecienta los factores que contaminan al río y genera menores oportunidades de producir espacios públicos y zonas de protección ecológica. De manera estructural, esta forma de ocupación también se relaciona con el acelerado crecimiento de la población, situación que no es exclusivo de Pedernales, sino que es compartida por la mayoría de ciudades costeras del país (Barrera 2016, 22).

Por su parte, en el tercer eje del diagnóstico se identifica el estado en el que se encuentran los mecanismos de circulación del agua, a saber: la captación de agua, las redes de alcantarillado y agua potable, y el tratamiento de aguas residuales. Estos tres aspectos constituyen problemáticas que dificultan los flujos de entrada y salida del agua en la ciudad, convirtiéndose en un proceso entrópico, donde se capta poca agua y se desecha demasiada en forma disipada y degradada. En promedio, la ciudad de Pedernales recibe un total de 753 m³ de agua al día, mientras expulsa 1.500 m³ de agua en el mismo día. Este proceso posiciona a Pedernales como un territorio vulnerable metabólicamente, situación que comparte con las principales áreas urbanas de América Latina (Delgado, Campos y Rentería 2012) y con otras ciudades de Ecuador (Parrado, Cevallos y Arias

2018), pues en estas urbes no existen procesos circulatorios que permitan la reintegración efectiva del agua al ecosistema urbano.

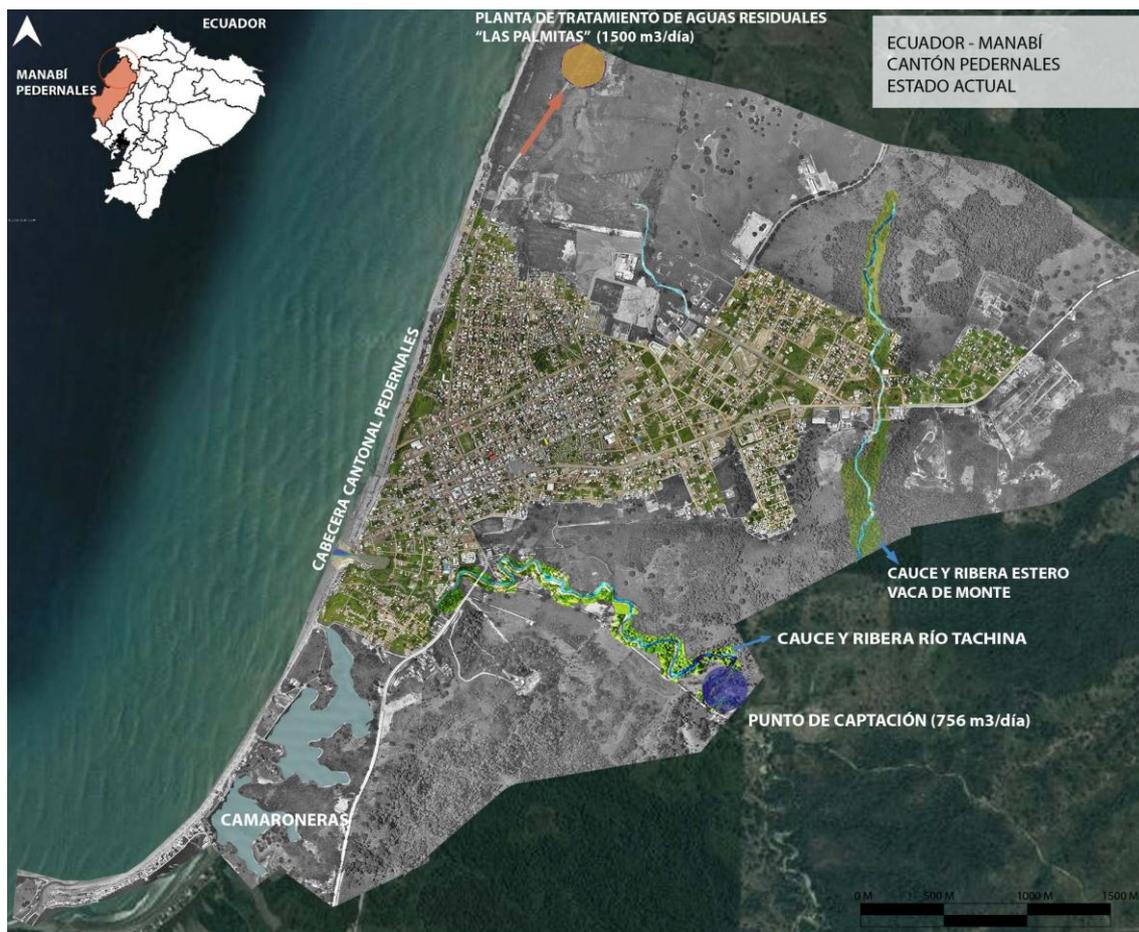
De manera particular, el abastecimiento de agua para la población de Pedernales se capta en la parte alta del río Tachina, que permite 22,47 litros por persona al día (GADMP 2016, 40); cantidad que resulta insuficiente siguiendo parámetros de la Organización Mundial de la Salud que establece la cifra de 100 litros por persona al día. Igualmente, las redes de alcantarillado y agua potable, tanto en diámetro como en longitud, no abastecen a la población actual debido a que solo el 29,7% de la población está conectada a dichas redes (GADMP 2016, 373). Lo anterior, sumado al inadecuado tratamiento de aguas residuales y la falta de acciones y recursos para la ampliación y cuidado de la red, complica el panorama del agua en la ciudad.

Finalmente, en cuanto al cuarto eje, referido al sistema sociocultural en el uso del agua, se identifica el inadecuado uso por parte de la población. La situación actual en este eje se encuentra mediada por los conflictos entre el crecimiento poblacional, la escasez del agua y el uso que se le da a esta para distintas actividades. Como aspecto a resaltar en este conflicto se halla la captación ilegal de agua que realiza la actividad camaronera en el cantón, la cual tiene una grave incidencia en la degradación ambiental a lo largo de la costa ecuatoriana (Rodríguez, Chiriboga y Lojan 2016). La eliminación de los manglares por el cultivo de camarón y la expulsión de aguas residuales a los cauces hídricos genera ecosistemas frágiles en el filo costero. Si bien estas actividades perpetúan el ciclo de vulnerabilidad que existe en la ciudad en relación al tratamiento del agua, también incide en la pérdida de los sitios de valor histórico y cultural en las riberas. Los actores implicados en este proceso son el Estado, representado en diversos departamentos municipales y la sociedad civil personificada en los habitantes de asentamientos humanos, las camaroneras y la ciudadanía en general.

En la mapa 2 se ubican cada uno de los problemas identificados en este apartado. La presencia del cauce y riberas del río Tachina al sur de la ciudad convierten a esta zona en foco de atención, en tanto que es allí donde ocurren los principales flujos del agua, y es donde tienen lugar los procesos de ocupación informal de las riberas. Sobre esta caracterización, se puede identificar las condiciones de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático que presenta la ciudad de Pedernales en relación al agua.

En primer lugar, el estado de ríos y riberas revela la existencia de prácticas contaminantes y una institucionalidad débil frente al control de las mismas, lo que involucra respuestas menos eficaces por parte del gobierno local (Li 2013). En segundo lugar, los procesos de ocupación informal sobre las riberas promueven el desarrollo de escenarios urbanos más expuestos a dinámicas de riesgo por inundación (Coutts *et al.* 2012). En tercer lugar, la expulsión de elevadas cantidades de agua residuales no tratada, y su no reutilización, supone restricciones para responder a los fenómenos de escasez de agua (Zhang 2013). Finalmente, el uso sociocultural del agua presume menor exposición a adoptar estrategias de adaptación basadas en cambios de comportamiento y afectividades (Aparicio y Cavelier 2014, Hardoy y Pandiella 2009). En todo caso, es clave pensar estas condiciones a la luz del crecimiento poblacional y la débil respuesta institucional en la ciudad.

Mapa 2. Problemáticas asociadas con el agua en la ciudad de Pedernales.



Fuente: Google Earth y Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Pedernales (GADM-P 2016).

De acuerdo a esto, en el siguiente apartado se describe cómo el enfoque de adaptación basado en un diseño urbano sensible al agua puede disminuir la vulnerabilidad que genera la contaminación de las riberas del río Tachina. Particularmente, se busca debatir los retos que para la agenda local implicaría la recuperación integral de riberas y ríos a través de procesos de restauración ecológica y mejoramiento paisajístico. Con retos se hace referencia a las estrategias y acciones a realizar para garantizar la adaptación al cambio climático a partir de aspectos ambientales, urbanísticos y comunitarios.

Retos para la recuperación integral de las riberas del río Tachina

La recuperación de las riberas, en función de la adaptación al cambio climático, involucra estrategias y acciones interdependientes a nivel ambiental, urbanístico y pedagógico, las cuales permitirían abordar la problemática del agua en Pedernales sin mayores costos económicos e incluyendo una mayor participación de los diversos actores territoriales. Aunque los aportes del diseño urbano sensible al agua aún no discuta algunos aspectos institucionales necesarios para la adaptación, como la existencia de reglamentaciones y normativas locales para la gestión de las aguas urbanas (Molina y Villegas 2015, Coutts *et al.* 2012), sí logran orientar la atención sobre cuatro ejes en especial.

Es a partir de estos ejes que se estructuran los retos para la recuperación del río Tachina en Pedernales. El primer eje se relaciona con la restauración ecológica, con el que se buscaría promover la conservación, reposición y restitución de servicios ecosistémicos. El segundo concierne al mejoramiento paisajístico, que implicaría desarrollar obras de infraestructura ecourbana alrededor de las riberas para favorecer procesos de recreación pasiva dentro del área restaurada. El tercero atañe a la eliminación de vertimientos, que envolvería controlar y eliminar las sustancias contaminantes producidas por las viviendas sobre las riberas y el cauce del río. El cuarto, para finalizar, incumbe a la participación social, a través del cual se vincularía a los actores territoriales en los procesos de planificación, ejecución y seguimiento de la restauración integral del río.

En resumen, estos retos estarían dirigidos a restablecer el equilibrio ecológico de las riberas del río Tachina, a la vez que se apela por su conservación y apropiación por parte de la comunidad. Geográficamente buscaría intervenir las riberas del río que se encuentran dentro del perímetro urbano (mapa 3), procurando su integración física y

simbólica a la ciudad. Pretendería articular las laderas sur y norte de esta parte del río (actualmente desconectadas) a través del mejoramiento paisajístico.

Específicamente, uno de los retos de la recuperación implica generar una franja de protección a cada lado del caudal, en la que se reserve un espacio destinado a los procesos de restauración ecológica y otro reservado para la construcción de infraestructura verde que apalanque dinámicas pedagógicas y de recreación pasiva a lo largo del río (figura 1). Estos espacios se sustentan en la necesidad de contar con una franja de protección dentro del perímetro urbano que busque reactivar la función ecosistémica de las riberas, pero que a la vez respete las zonas pobladas que existen a orillas del río.

Mapa 3. Área de intervención de las riberas del río Tachina.

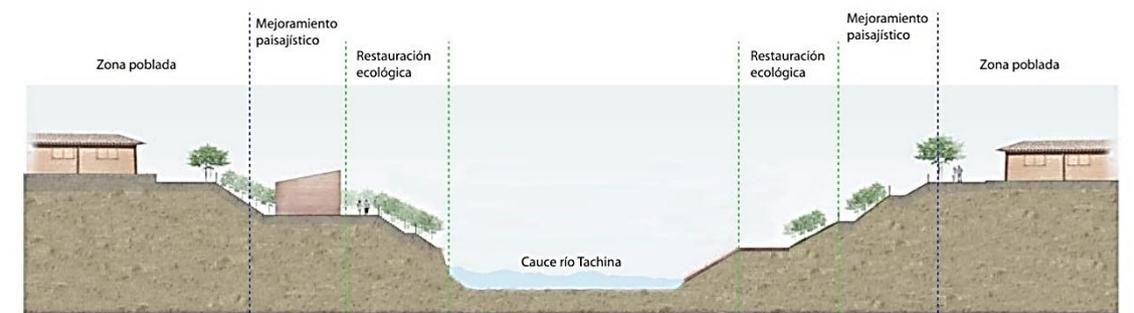


Fuente: *Google Earth*. Elaboración propia.

No reconocer este último aspecto en una ciudad como Pedernales implicaría, por un lado, un desconocimiento de cómo ocurren los procesos de ocupación en el territorio y, por el otro, una mayor gestión para el reasentamiento de población residente de las zonas aledañas. En la actualidad, hay varias ciudades del Ecuador, incluyendo Pedernales, que no disponen de normativas que regulen estas franjas. En esa medida, un reto inicial en la recuperación de las riberas en la ciudad lo constituye pactar normas que establezca la cantidad de metros necesarios para que esta franja cumpla su función de restauración y mejoramiento.

Una vez aclarados a grandes rasgos qué implicaría la recuperación de las ribas, resta por describir los retos que se presenta en cada uno de los ejes para procurar la adaptación. El primer eje, de restauración ecológica, tendría como principal estrategia la restauración ecológica de los terrenos aledaños al cauce del río Tachina. Esto con el fin de promover su conservación y reposición, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su disfrute y aprovechamiento por parte de la sociedad. La recuperación de estas zonas, entonces, requiere de diversas acciones como la recolección de residuos sólidos y escombros, el control a especies invasoras para aumentar la capacidad de regeneración vegetativa de la ribera, el establecimiento de pasos de reforestación, la aplicación de fertilizantes y correctivos sobre las capas del suelo, y el sembrado de especies nativas.

Figura 1. Recuperación riberas del río Tachina, perímetro urbano



Fuente: elaboración propia.

La restauración está enfocada a lograr ecosistemas heterogéneos en su composición, donde los modelos de plantación no son estandarizados como los que se utilizan normalmente en las labores usuales de reforestación con fines productivos. Se enfoca en enriquecer el ecosistema con especies de alto valor ambiental que propicien la sucesión y funcionalidad ecológicas, la adaptación a las condiciones de suelo, clima y pendiente, y la conformación y estabilidad del suelo. En los sectores con altos niveles de alteración o desprovistos de vegetación el reto consistiría en utilizar una recuperación más acorde con la lógica de la renaturalización, utilizando especies de alto valor ecológico que propicien la sucesión, por lo que deben emplearse distancias mayores entre árboles.

Por su parte, el eje de mejoramiento paisajístico, tendría como estrategia principal el desarrollo de obras de infraestructura ecourbana alrededor de las riberas del río. Esto con el fin de favorecer procesos de educación ambiental y disfrute del área restaurada, generando a su vez espacios de tránsito entre las zonas pobladas y la franja de restauración

ecológica. Para lograr el desarrollo de este eje se vincularían dos acciones. Por un lado, la adecuación de senderos peatonales verdes que permitan recorridos por el perímetro del río. Por el otro, la construcción de quioscos, plazoletas, miradores o de equipamientos de pequeña escala que propicien el uso y la apropiación comunitaria de estas áreas. La localización y los materiales de estas dos acciones deberían procurar llevar a los caminantes de un entorno urbano a un área de conservación.

La intervención para mejoramiento paisajístico de las riberas tendría varios propósitos, dependiendo el contexto de cada una de las áreas a intervenir. Uno de los retos en este punto es la reubicación de la población que está en alto riesgo no mitigable expuesta a inundaciones o deslizamientos. Debido a que en la ribera del río se ubican asentamientos humanos, el reto para la agenda local es considerar procesos progresivos de reasentamiento. No obstante, la misma podría considerar la permanencia de viviendas ubicadas en la franja, siempre y cuando exista compromiso en la prestación de servicios comunitarios como guardianía, sembrado de arbolado, educación ambiental, entre otras. De esta manera, se garantiza la recuperación del medio ambiente a la vez que se defiende el derecho a una vivienda libre de riesgos.

Igualmente, un reto para el mejoramiento paisajístico es incentivar condiciones de seguridad sobre el espacio público a partir de la promoción de dinámicas de uso que propendan a la apropiación, recuperación y conservación de estos territorios. En áreas que se requieran habilitar como espacios de recreación pasiva conviene vincular estrategias de jardinería y el uso de muros verdes, lo cual a su vez contribuye a mitigar el efecto de isla de calor que se presenta en estas áreas (Coutts *et al.* 2012). Ahora, el tercer eje de eliminación de vertimientos, tendría como estrategia principal controlar y eliminar las sustancias contaminantes producidas por las viviendas sobre las riberas y el cauce del río Tachina. La particularidad del reto en este eje reside en reducir la contaminación del río causada por la excreción de aguas residuales sin tratamiento previo. La actual eliminación de aguas residuales de los asentamientos que rodean las riberas del río dentro del perímetro urbano se realiza mediante pozos sépticos, que terminan contaminando tanto el suelo como el cauce hídrico.

En esa medida, en este eje los retos estarían en dos acciones. En primer lugar, propender a la vinculación de actores comunitarios, públicos y privados para realizar acciones de saneamiento básico de viviendas localizadas en las riberas. Esta acción

pretende liberar la carga negativa que recibe directamente el río. En segundo lugar, proyectar la construcción de canalizaciones que conduzcan las aguas negras hacia el sistema de alcantarillado de la ciudad, que actualmente aspira a su ampliación y espera por su financiación. Esta última acción tendría como reto articular la recuperación de las riberas con los mecanismos de circulación del agua que existen en la ciudad, a través del uso de las redes de servicios públicos y de procesos más amigables con el medio ambiente.

Por último, en cuanto al eje transversal de participación social, la estrategia principal aspiraría a la vinculación de actores públicos, organizaciones sociales, líderes locales y comunidades en los procesos de planificación, ejecución y seguimiento de la recuperación. Sin la participación de la comunidad las estrategias y acciones de los demás ejes perderían su potencialidad para cambiar la actual situación ambiental y el sistema sociocultural de la ciudad. En este sentido, la vinculación de los actores territoriales en los procesos de adaptación al cambio climático resulta fundamental para incidir no solo en la restauración y el mejoramiento de la ribera, sino también en los comportamientos y percepciones de los habitantes. Hallazgos de otros casos identifican que la participación social desarrolla empoderamiento comunitario y nuevas relaciones emocionales con el ambiente (Aparicio y Cavelier 2014).

De esta manera, las acciones por considerar en este eje son las siguientes. La primera tiene que ver con la inclusión de la estrategia de adaptación emocional al cambio climático. Este enfoque brinda herramientas pedagógicas para que las comunidades asentadas sobre las riberas del río desarrollen procesos de comprensión y afinidad emocional con las condiciones cambiantes del ambiente. La segunda acción equivale a incluir a los distintos actores en las etapas de gestión. Esta acción pasa desde incluir a la comunidad en los procesos de siembra de especies hasta el diseño de equipamiento comunitario. Una tercera acción estriba en la conformación de grupos de gestión ambiental comunitaria, en donde líderes, instituciones educativas, etc., procuren la protección y restauración de las riberas. Y la última acción implica la generación de procesos pedagógicos con la comunidad (talleres, caminatas, jornadas de limpieza, etc.), para instalar capacidades de apropiación del sistema hidrográfico de la ciudad. Así las cosas, los anteriores ejes constituyen los retos para la recuperación integral de las riberas del perímetro urbano del río Tachina. El desarrollo de los mismos no solo implica mejorar

las condiciones que actualmente existen en esta parte específica de la ciudad, sino también otorgan lineamientos de intervención en todo Pedernales sobre la temática del agua y la adaptación al cambio climático. Estos se describen a continuación.

Discusión final y recomendaciones

En este artículo hemos realizado una sucinta descripción de los problemas que presenta Pedernales en relación al agua. El estado actual del sistema hidrográfico de la ciudad la ubica en mayores condiciones de vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. Esto debido a la presencia de prácticas contaminantes sobre el principal río, mecanismos débiles de control institucional, población expuesta a dinámicas de riesgos, la no disposición de sistemas de reutilización del agua, y a comportamientos ciudadanos. A partir del enfoque de adaptación de diseño urbano sensible al agua consideramos los retos por asumir en la recuperación de las riberas del principal río de la ciudad. Estos retos se expresan en estrategias y acciones que debe liderar la agenda local de Pedernales para involucrar la restauración ecológica, el mejoramiento paisajístico, la eliminación de vertimientos y la participación social como ejes de adaptación.

En estos retos resaltamos la potencialidad que tiene la adaptación emocional al cambio climático, ya que a partir de ella se puede hacer énfasis en el cambio de mentalidad en una comunidad local para alcanzar un grado de comprensión más profundo de responsabilidad con el medio ambiente (Aparicio y Cavelier 2014). El trabajo comunitario alrededor de las riberas otorga herramientas para comprender los cambios que están ocurriendo en el actual contexto de cambio climático, a la vez que produce procesos pedagógicos con la comunidad para saber cómo afrontarlos y a raíz de esto construir una nueva relación emocional con la naturaleza. Así, la implementación de la adaptación emocional en Pedernales constituye un reto para lograr la sostenibilidad en el tiempo, buscando un cambio profundo y estructural de transformación en la mentalidad y el comportamiento de las personas alrededor del sistema hidrográfico de la ciudad.

Asimismo, visto en los términos de comunidades sustentables (Barton 2000), la aplicación de medidas de restauración ecológica y mejoramiento paisajístico en las riberas se traducen en procesos de cercanía socioambiental, en el sentido que el cauce del río y su área circundante puede proveer los elementos esenciales para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, creando procesos pedagógicos acerca del cuidado del agua y

fortaleciendo los vínculos comunitarios alrededor de ella. Igualmente, esta medida de adaptación podría aportar al diseño de condiciones metabólicas enteramente amigables entre cuerpos hídricos y sociedad, donde los flujos de entrada del agua no se traduzcan necesariamente en procesos entrópicos a través de una expulsión degradada de la misma.

Dicho esto, la adaptación al cambio climático en la ciudad también requiere involucrar los aspectos concernientes a la acción internacional y regional, la pobreza y el género. Dimensiones que son tratadas en la literatura y que no son cubiertas por el diseño urbano sensible al agua. Estos demandan de atención en la construcción de la agenda local de adaptación. Mientras tanto, los hallazgos aquí encontrados orientan líneas de investigación y de acción política futuras en los procesos de recuperación de las riberas. Impone retos en estos dos campos en lo que concierne a la restauración ecológica, el desarrollo de obras de infraestructura ecourbana, el control y la eliminación de sustancias contaminantes, y la vinculación de los actores territoriales. Ejes necesarios para reducir la vulnerabilidad de la población de Pedernales ante los impactos del cambio climático.

Bibliografía

- Aparicio, Santiago, e Isabel Cavelier. 2014. "Nuevos planteamientos como resultado de la experiencia de recuperación integral de la quebrada Las Delicias". En *Historia ambiental y recuperación integral de los territorios asociados a quebradas y ríos en Bogotá (caso Chapinero)*, editado por Patricia Bejarano, 296-318. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Barrera, Augusto. 2016. *La prosperidad en las ciudades de Ecuador. Primer reporte del Índice de Prosperidad Urbana (CPI) para 27 ciudades*. Quito: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Barton, Hugh. 2000. *Sustainable communities. The potential for eco-neighbourhoods*. Londres: Earthscan.
- Coutts, Andrew, Nigel Tapper, Jason Beringer, Margaret Loughnan y Matthias Demezure. 2012. "Watering our cities: the capacity for Water Sensitive Urban Design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context". *Progress in Physical Geography* 37 (1): 2-28.
- Delgado, Gian Carlo, Cristina Campos y Patricia Rentería. 2012. "Cambio climático y el metabolismo urbano de las megaurbes latinoamericanas". *Revista Hábitat Sustentable* 2 (1): 2-25.

- Delgado, Gian Carlo. 2014. "Ciudad, agua y cambio climático: una aproximación desde el metabolismo urbano". *Medio ambiente y urbanización* 80 (1): 95-123.
- Douglas, Ian, Kurshid Alam, Maryanne Maghenda, Yasmin McDonnell, Louise McLean y Jack Campbell. 2008. "Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in Africa". *Environment & Urbanization* 20 (1): 187-205.
- Enete, Anselm, Ignatius Madu y Elizabeth Onwubuya. 2012. "Climate change and the profitability of indigenous adaptation practices in smallholder agricultura in South East Nigeria". *Outlook on Agriculture* 41 (3): 179-185.
- GADMP (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pedernales). 2016. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019*. Pedernales: Municipalidad del Cantón.
- Hardoy, Jorgelina, y Gustavo Pandiella. 2009. "Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America". *Environment & Urbanization* 21 (1): 203-224.
- Hernández, Jorge. 2016. "Society, environment, vulnerability and climate change in Latin America. Challenges of the Twenty-first Century". *Latin American Perspectives* 43 (4): 29-42.
- Kaur, Simrit, y Harpreet Kaur. 2016. "Climate change, food security, and water management in South Asia: implications for regional cooperation". *Emerging Economy Studies* 2 (1): 1-18.
- Li, Bingqin. 2013. "Governing urban Climate change adaptation in China". *Environment & Urbanization* 25 (2): 413-427.
- Lhumeau, Ángela, y Doris Cordero. 2012. *Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. Quito: UICN.
- Molina, Luis, y Ernesto Villegas. 2015. "Ciudades sensibles al agua: paradigma contemporáneo para gestionar aguas urbanas". *Revista de Tecnología* 14 (1): 53-64.
- Naciones Unidas. 2016. *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. 2017. *Nueva Agenda Urbana*. Quito: Naciones Unidas y Gobierno del Ecuador.

- Parrado, Cristhian, Andrea Cevallos y Leonardo Arias. 2018. "Metabolismo urbano en la ciudad de Baeza, Ecuador. Análisis de sus flujos de agua". *Bitácora Urbano Territorial* 28 (3): 131-141.
- Reckien, Diana, Felix Creutzig, Blanca Fernandez, Suaib Lwasa, Macerla Tovar-Restrepo, Darryn McEvoy y David Satterthwaite. 2017. "Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective". *Environment & Urbanization* 29 (1): 159-182.
- Reid, Hanna, Mozaharul Alam, Rachel Berger, Terry Cannon, Saleemul Huq y Angela Milligan. 2009. "Community-based adaptation to climate change: an overview". *Participatory Learning and Action* 60: 11–38.
- Revi, Aromar. 2008. "Climate change risks: an adaptation and mitigation agenda for Indian cities". *Environment & Urbanization* 20 (1): 207-229.
- Roberts, Debra, y Sean O'Donoghue. 2013. "Urban environmental challenges and climate change action in Durban, South Africa". *Environment & Urbanization* 25 (2): 299-319.
- Rodríguez, Greicy, Frank Chiriboga y Alicia Lojan. 2016. "Las camaroneras ecuatorianas: una polémica ambiental". *Universidad y Sociedad* 8 (3): 151–156.
- Sánchez, Roberto. 2013. *Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Senplades (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2017a. *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito: Senplades.
- Senplades (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2017b. "Estrategia Territorial Nacional", <http://planparatodos.senplades.gob.ec/inicio>
- Tir, Jaroslav, y Douglas Stinnett. 2012. "Weathering Climate change: can institutions mitigate international water conflict?". *Journal of Peace Research* 49 (1): 211-225.
- Vignola, Raffaele, Bruno Locatelli, Celia Martínez y Pablo Imbach. 2009. "Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policy-makers, society and scientists?". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 14 (8): 691–696.
- Zhang, Yan. 2013. "Urban metabolism: a review of research methodologies". *Environmental Pollution* 178: 463-473.