

# EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA PARA CUENCAS PRIORITARIAS DE LOS ANDES COLOMBIANOS: DILEMAS, DESAFÍOS Y NECESIDADES

## Strategic Environmental Assessment for Priority Basins of the Colombian Andes: Dilemmas, Challenges and Necessities

GIOVANY GUEVARA<sup>1</sup>, Ph. D.

<sup>1</sup> Departamento de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Calle 65 # 26-10. Apartado Aéreo 275, Manizales, Colombia.

Autor de correspondencia: giovany.guevara@ucaldas.edu.co; ggcolombia@gmail.com

Presentado el 3 de mayo de 2013, aceptado el 4 de septiembre de 2013, fecha de reenvío el 8 de noviembre de 2013.

Citation/ Citar este artículo como: GUEVARA G. Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes colombianos: dilemas, desafíos y necesidades. Acta biol. Colomb. 2014. 19(1):11-24.

### RESUMEN

En Colombia muchos ríos y otros sistemas acuáticos continentales, especialmente en la región Andina (la más poblada del país), sufren varios impactos antropogénicos relacionados con cambios en la cobertura vegetal y el uso y manejo del suelo, que comprometen su calidad y cantidad de agua, y el suministro de otros bienes y servicios ecosistémicos para el futuro. Es necesario que el gobierno colombiano formule nuevas y actualice las políticas, planes o programas, en consulta y cooperación constante con otras instituciones, autoridades civiles y ambientales, e investigadores del país (o del exterior), para alcanzar una corresponsabilidad sobre la gestión sostenible de los ríos en esta región. Esto permitirá implementar una evaluación más integral de la cuenca y de otros aspectos ribereños, para el uso y manejo del agua dulce, en los actuales, o antes del inicio de nuevos proyectos de desarrollo. La toma de decisión sobre soluciones concertadas se debe integrar desde el nivel más bajo posible, e idealmente con participación de todos los grupos de interés, en un marco de evaluación ambiental estratégica (EAE). En este artículo se plantea una reflexión sobre cómo todos los colombianos y particularmente aquellos de la región Andina, pueden contribuir conjuntamente con el gobierno bajo la visión e implementación de una EAE, para lograr una gestión sostenible, eficaz e integrada, de las cuencas hidrográficas de dicha región y del país en general. Para apoyar la reflexión, se destacan algunos aspectos biofísicos y sociales relativos de la cuenca del río Coello en la zona central del país (departamento del Tolima).

**Palabras clave:** agua dulce, Colombia, cuenca, Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), proyectos de desarrollo.

### ABSTRACT

In Colombia many rivers and other inland aquatic systems, especially into the Andean Region (the most populated of the country), suffer several anthropogenic impacts related to land use and land cover compromising their water quality and quantity, and the provision of other goods and ecosystem services for the future. It is imperative that the Colombian government may initiate new and updated policies, plans, programs in constant consultation and cooperation with other institutions, civilian and environmental authorities, and researchers from the country (or elsewhere), to obtain amply responsibility on the sustainable river management, especially in this region. Thus, a more integrative watershed river assessment and related riverine issues are necessities for the current freshwater use and management, and before that new development projects going to

start. Decision making regarding concerted solutions should be carried out at the lowest appropriate level, ideally involving all stakeholders into a strategic environmental assessment framework (SEA). This article discusses several issues about how all Colombians and mainly Andean people, can contribute by working together in partnerships with government under the vision and implementation of a SEA, towards a more effective and integrated sustainable management of river basins in the Andean Region and throughout country. This point-of-view is supported by a biophysical and social vision related to the Coello River Basin in Central Colombia (Department of Tolima).

**Keywords:** Colombia, development projects, freshwater, Strategic Environmental Assessment (SEA), watershed.

#### Acrónimos/Abreviaturas

CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima; EAE. Evaluación Ambiental Estratégica; EIA. Evaluación de Impacto ambiental; FMPEIR. Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impactos-Respuestas; GIRH. Gestión Integral del Recurso Hídrico; MAVDT. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; POMCA. Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas; PND. Plan Nacional de Desarrollo; PPP. Política, Plan, Programa; SE. Servicios Ecosistémicos.

#### INTRODUCCIÓN

Los ríos son sistemas multifuncionales caracterizados por la presencia de redes de drenaje, con diversos cauces y un alto grado de heterogeneidad ambiental. Dicha complejidad, es favorecida por diversas interacciones y transiciones entre clima, geomorfología, precipitación, flujo de aguas superficiales y subterráneas, y sus sistemas ribereños. Estos últimos, son componentes interdependientes (Ward y Tockner, 2001; Meyer *et al.*, 2007), que definen unas condiciones particulares para el desarrollo humano y de la biota en general (Guevara *et al.*, 2008; Eloegi y Sabater, 2009), mediante la provisión constante de muchos bienes y servicios ambientales: control de inundaciones, agua dulce para potabilización, regulación del clima local/regional, control de plagas, purificación de sustancias residuales, mantenimiento de la diversidad genética, almacenamiento del carbono global, beneficios estéticos, entre otros (Postel y Carpenter, 1997; Gilman *et al.*, 2004). No obstante, la sobreexplotación de muchos de estos bienes y servicios, ha puesto en riesgo los sistemas acuáticos y ribereños en el mundo (Dudgeon *et al.*, 2006; Guevara *et al.*, 2008; Eloegi *et al.*, 2010), lo que ha llevado en el presente siglo, a un llamado urgente por manejar, proteger, conservar y restaurar estos sistemas, a través de una evaluación socioambiental integral de las cuencas hidrográficas (Arroyave-Rojas *et al.*, 2012). La región Andina colombiana no es ajena a esta generalidad, pues al concentrar la población mayoritaria del país, gran parte de sus sistemas

hídricos se encuentran sometidos a diferentes presiones antrópicas relacionadas con cambios en la cobertura vegetal y en el uso y manejo del suelo (Murtinho *et al.*, 2013a), que alternan con elementos particulares en el perfil longitudinal (nacimiento hasta desembocadura) y que definen un incremento de los impactos; generalmente son menores en las cabeceras, y mayores en la parte media y baja de las cuencas. Esta mirada en la cuenca, también permite discriminar impactos diferenciados según el contexto rural-urbano, en los paisajes altamente fragmentados de los Andes colombianos (Guevara *et al.*, 2008). No obstante, la gestión sostenible de los ríos requiere de la cooperación entre el gobierno, todas las partes interesadas (autoridades civiles y ambientales) y las entidades territoriales que tienen incidencia sobre una misma cuenca (Wallace *et al.*, 2003; Weng, 2005).

Por lo anterior, en los Andes colombianos y en general en el país, es necesario fortalecer las herramientas de diagnóstico, evaluación y de aplicabilidad práctica sobre el uso y manejo sostenible de los ríos, mediante la aplicación de metodologías como la Evaluación Ambiental Estratégica (Gómez-Duque, 2011), que respalden la normatividad vigente como es el Decreto 1640 de 2012 emanado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2013a), a través del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos (POMCA), y se dictan otras disposiciones. Esta reglamentación establece la nueva estructura de planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas del país, permitiendo una mayor claridad en el nivel de gestión de las mismas, por parte de las autoridades ambientales competentes, de diferentes entidades y actores responsables de su formulación e implementación y ejecución de sus respectivos instrumentos de planeación, ordenación y manejo (MADS, 2013a).

La evaluación ambiental estratégica (en adelante EAE), se define como una herramienta de apoyo para la incorporación de los aspectos ambientales en la toma de decisiones acertadas, que usualmente se enmarcan dentro de las políticas, estrategias, planes, programas o proyectos (Harrington y Canter, 1998; Fundingsland-Tetlow y Hanusch, 2012), para el crecimiento y desarrollo de un país o región (João, 2005; Albrecht, 2008). En ese sentido, la EAE opera como un procedimiento de mejora constante de estos instrumentos de planeación gubernamental, que trascienden más allá de un estudio o evaluación de impacto ambiental (EIA), y cuya perspectiva es el desarrollo sostenible en el gradiente urbano-rural (Palacios-Lozano *et al.*, 2008; Alfonso-Piña, 2010). No obstante lo anterior, diversos autores han indicado la falta de una definición clara y globalmente aplicable de una EAE (Jiliberto, 2011), particularmente en los aspectos metodológicos (Naddeo *et al.*, 2013).

Las investigaciones sobre EAE, insistentemente han llamado la atención en la falta de una definición precisa de dicho enfoque; la cual debería ser lo suficientemente clara, que permita delimitar los alcances respectivos, en lo que concierne

a la toma de decisiones acertadas, es decir, que favorezcan el logro de un desarrollo social, económico y ambientalmente sostenible (Thérivel *et al.*, 2004; Albrecht, 2008; Jiliberto, 2011; Fundingsland-Tetlow y Hanusch, 2012). Aunque el debate y proceso de evolución conceptual continua, su definición no obedece a un resultado puramente teórico, sino que tiene consecuencias prácticas muy relevantes para su inclusión e implementación (Buckley, 2000; Desmond, 2007; Jiliberto, 2011; Naddeo *et al.*, 2013), con condiciones muy particulares para cada situación relacionada con el tipo de política, plan, programa y/o proyecto (PPP).

La EAE, como instrumento ambiental, surge desde 1969 y se ha implementado y regulado desde hace más de 25 años en países como Estados Unidos, Canadá y Holanda, posteriormente en Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido y demás países europeos, entre otros (Chaker *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2013a). Su incorporación en el mundo es reciente y está en proceso de desarrollo (Alfonso-Piña, 2010; Jiliberto, 2011; Fundingsland-Tetlow y Hanusch, 2012). De esta manera, la EAE como una ampliación de los alcances de una EIA para PPP, es cada vez más reconocida como un instrumento diferente y esencial para promover estratégicamente la integración de los procesos de sostenibilidad en la toma de decisiones (Arce y Gullón, 2000; Partidário, 2000; Thérivel *et al.*, 2004). Cuando se consideran estados de decisión iniciales, con un enfoque flexible y adaptativo, la EAE puede jugar un papel de soporte decisivo, al constituir un marco para la evaluación estratégica (Arce y Gullón, 2000).

El enfoque actual y ampliamente difundido sobre servicios ecosistémicos (SE; MEA, 2005), adoptado a partir de 2007 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), amplía el horizonte sobre cómo las estrategias del desarrollo en cualquiera de sus dimensiones, afectan los ecosistemas y el suministro de bienes y servicios (WRI, 2008; Partidário y Gomes, 2013), donde el agua, es tal vez, uno de los recursos más importantes. En ese sentido, la inclusión de los sistemas ecológicos y la valoración de sus recursos, debe ser explorado en un rango amplio de opciones políticas, como por ejemplo: (i) políticas y planes nacionales y regionales (inversión y presupuesto gubernamental para la valoración de los SE), (ii) incentivos económicos y fiscales (establecimientos de acuerdos para uso de SE), (iii) políticas y planes sectoriales (incluidos los SE en EAE), y (iv) gobernabilidad ambiental (fortalecimiento de los derechos comunitarios para manejar sosteniblemente los SE). Así, el enfoque sobre SE constituye un marco para lo cual estos servicios, son integrados en la toma de decisiones públicas y privadas. Su implementación, típicamente, incorpora una variedad de métodos entre los que se incluyen tanto la dependencia como la evaluación de impacto sobre dichos SE, su valoración, escenarios actuales y futuros y, las políticas y otras intervenciones que buscan su sostenibilidad. Estos métodos se aplican frecuentemente en la cuenca o paisaje y generalmente

involucran proyecciones de una década o más (WRI, 2008; Partidário y Gomes, 2013).

Existen diversos marcos analíticos comunes para la valoración del ambiente y sus alteraciones por impactos naturales y antropogénicos. Uno de los más aplicados en materia de desarrollo es el FMPEIR (fuerzas motrices-presiones-estado-impactos-respuestas), que operan sobre el ambiente y el bienestar humano. Este marco presenta algunas ventajas y desventajas en su implementación (PNUMA, 2007). En el primer caso, a) permite un análisis simple e intuitivo cuando se concentra en una sola problemática, b) considera las interrelaciones hombre-medio ambiente, c) busca la integración de problemáticas ambientales y socioeconómicas complejas con el análisis del impacto del cambio ambiental en el bienestar humano, d) es en esencia, multi y transdisciplinario (diferentes actores y ciencias). Sus desventajas incluyen: i) dificultad para observar relaciones horizontales entre las problemáticas ambientales, ii) escasa guía en cuanto al tipo de impactos que pueden ocurrir o el tipo de respuestas de política pública que pueden considerarse. Por su parte, si se considera el enfoque de SE, se obtienen ventajas como: 1) vínculos sistemáticos entre muchas dimensiones de interrelación entre el ambiente y el bienestar humano, 2) la investigación es más puntual y aporta datos nuevos, 3) destaca problemáticas emergentes que requieren de respuesta política inmediata. Entre sus desventajas se citan (PNUMA, 2007): i) terminología detallada y complicada para diversos actores, ii) relevancia no inmediata para formuladores de políticas cuya prioridad son las jurisdicciones políticas, iii) ocurre un análisis selectivo de ecosistemas, iv) es un enfoque relativamente nuevo (fase de ajustes).

En Colombia, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS, 2012), adoptó el enfoque de SE, “como una política de Estado cuyo objetivo es promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil” (MADS, 2012). Bajo esta política, el POMCA o el plan de manejo de la unidad ambiental costera (UAC), deberá articularse al plan de gestión ambiental regional (PGAR) y recoger sus lineamientos para la conservación de la biodiversidad y sus SE (especialmente los relacionados con la protección del ciclo de regulación hídrica), incorporándolos a los planes, planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial municipal, como determinantes ambientales del ordenamiento, lineamientos ambientales para asegurar la conservación al interior de los demás tipos de usos del suelo y la identificación de suelos de protección (MADS, 2012).

En este documento, los términos “cuencas prioritarias” se utilizan en sentido amplio para resaltar aquellas cuencas hidro-

gráficas con altos requerimientos directos o indirectos en materia de uso del agua (doméstico, potable, agrícola, ganadero, hidroeléctrico, etc.), tanto en zonas rurales como urbanas, y a su vez, aquellas con altos indicadores de impacto antropogénico creciente y sostenido, por uso intensivo del suelo, aprovechamiento forestal (especialmente en zonas ribereñas), minero, y proyectos de infraestructura vial y urbana, que se localizan actualmente o se planean desarrollar a futuro, sobre la región andina colombiana. Estas cuencas requieren de una mirada urgente para implementar EAEs y estudios de monitoreo a largo plazo, que permitan delinear claramente su ordenación, con base en la normativa ya establecida (véase MADS, 2013a), para lograr un desarrollo social, económico y ambientalmente sostenible, aplicado a distintos ámbitos (local, regional y nacional). La terminología también se indica para aquellas cuencas, que por reunir gran parte de las descripciones anteriores, deben ser objeto urgente de proyectos de restauración ecológica, generalmente en zonas intermedias y bajas en el gradiente longitudinal y, objeto de conservación, particularmente de sus áreas boscosas, glaciares o de páramo, circunscritas a los ecosistemas altoandinos del país.

En esta reflexión, presento algunas alternativas para la aplicación e implementación de la EAE en los procesos tempranos de formulación de políticas, planes de desarrollo y de ordenamiento territorial en Colombia, las cuales están especialmente dirigidas a cuencas prioritarias de los Andes colombianos, como elementos estratégicos para la planificación y manejo ambiental del territorio, a escala de cuenca hidrográfica en zonas con alta densidad poblacional e intensa actividad agrícola, forestal, ganadera, infraestructura vial y proyectos mineros recientes. El objetivo principal del manuscrito es contextualizar algunos aspectos relacionados con la aplicación de la EAE en la formulación de PPP e instrumentos de planeación, teniendo como base el marco del desarrollo urbano-rural sostenible en los Andes colombianos, como una manera de contribuir sobre la urgencia de adoptar de forma absoluta la EAE en Colombia, particularmente en el uso y manejo integrado del recurso hídrico, frente a distintos escenarios asociados con los planes nacionales de desarrollo actuales y futuros. La intención no es la de suministrar respuestas claras a todos los interrogantes posibles, sino establecer o fortalecer las bases del conocimiento para los debates en el manejo integrado del recurso hídrico, y resaltar algunos aspectos para futuras investigaciones en la cuenca hidrográfica, particularmente en la región Andina colombiana. Se parte de la base que el manejo de recursos, se encuentra siempre embebido en dilemas, para los cuales –muchas veces– no existen respuestas o salidas simples. Por lo tanto, las ideas expuestas aquí, constituyen un elemento más de discusión, que la presentación completamente clara de argumentos y conclusiones. No obstante, se presentan algunos desafíos y necesidades que operan a diferentes escalas (local, regional y nacional), que pueden ser comunes a otras cuencas nacionales y que requieren de la

participación colectiva (ciencia, sociedad y política) en la búsqueda de un desarrollo sustentable y una gobernabilidad del agua, exitosa e incluyente, bajo una perspectiva de largo plazo.

## **GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA**

La gestión integral del recurso hídrico (GIRH), comprende actividades de conservación, protección y educación ambiental asociadas con el uso y manejo del agua; por lo tanto, la sensibilización y reflexión que deben generar los programas y proyectos que tiendan a conservar dicho recurso, deben contar también con las herramientas necesarias para promover cambios en los aspectos culturales, y en los mecanismos de acción y participación de las comunidades, con el fin de proteger las fuentes de agua como abastecedoras y productoras del recurso hídrico (Arroyave-Rojas *et al.*, 2012). En Colombia y en general en los Andes, el entendimiento de la gobernanza local de las cuencas, es un aspecto particularmente importante, debido a que muchas comunidades rurales deben decidir por ellas mismas (la mayoría de las veces por la falta de acompañamiento del gobierno), la necesidad y la manera en que deben proteger sus cuencas, realizar la distribución del recurso y responder a la escasez hídrica (Murtinho *et al.*, 2013b). Los pobladores de la zona rural o campesinos, generalmente organizados a través de las Juntas de Acción Comunal, son los que logran la gestión y obtención de los recursos económicos ante las autoridades municipales y/o departamentales, para la creación, mantenimiento y distribución del agua de los llamados acueductos rurales. No obstante, buena parte de estos acueductos, carecen de las condiciones adecuadas para el suministro agua potable.

## **CONTEXTO LEGAL EN COLOMBIA**

Al realizarse una revisión de la normatividad nacional sobre manejo del recurso hídrico, se logra evidenciar un amplio desarrollo en términos de leyes, decretos, entre otros instrumentos de jurisprudencia, especialmente, luego de la promulgación de la Constitución de 1991. Asimismo, después que se reconocieran los aspectos destacados por otros países (principalmente los desarrollados), en materia del uso y manejo del agua, a través de varias cumbres, foros o reuniones internacionales, y con el fortalecimiento del aspecto ambiental en Colombia, implementado a través de la Ley 99 de 1993, se proponen las directrices para lograr un manejo eficiente y sostenible del recurso hídrico. Se planteaba así, un nuevo proyecto de ley (Ley del Agua, 365 de 2005) que permitiría regular su explotación, uso y aprovechamiento por todos los sectores interesados, al tiempo que creaba los mecanismos para la supervisión en términos de acceso, cantidad y calidad, disposición final, tasas, impuestos y subsidios, entre otros (Campuzano *et al.*, 2012). Sin embargo, dicho proyecto no prosperó, porque fue objeto de amplia discusión en diversos escenarios, especialmente políticos y académicos, con motivo de las reformas institucionales y por los múltiples vacíos detectados (Vásquez-Sánchez, 2007).

Como resultado de estas discusiones, se inicia en el país la construcción de una visión integradora en torno a la planificación, gestión, manejo, control, evaluación y sensibilización acerca del recurso hídrico. El entonces MAVDT, fue el encargado de plasmar en un documento, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, después de reunir información detallada entre los años 2007-2009 (MAVDT, 2010; Campuzano *et al.*, 2012).

En la Tabla 1 se muestra la cronología abreviada sobre el marco legal para el manejo del recurso hídrico en Colombia. Aunque un análisis específico del conjunto de estas reformas, supera los alcances del presente documento, se puede extraer que al hacer un balance de los últimos 20 años, paradójicamente se han realizado avances significativos en la materia, al tiempo que se revelan muchos vacíos, que deben ser totalmente superados para garantizar su gobernabilidad. Estas características, también han sido destacadas por otros autores (Rodríguez-Becerra, 2005; Cruz-Forero, 2008; Chavarro-Velandia, 2011; Zamudio-Rodríguez, 2012). Los aspectos relacionados con el desarrollo y actualización de la normativa en torno a la legislación sobre el uso, manejo y conservación del agua, han sido encargados principalmente al MADS con el apoyo de los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental - SINA y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAEPN.

La EAE constituye un campo nuevo y emergente de las evaluaciones ambientales en Colombia (Gómez-Duque, 2011). A partir de 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS) ha liderado el avance en la formulación y aplicación de las EAEs en el país, con el objeto de incorporar los aspectos ambientales en los procesos de toma de decisiones en el ámbito de PPP sectoriales (esquemas estratégicos que teóricamente anteceden a los proyectos) (Palacios-Lozano *et al.*, 2008; Alfonso-Piña, 2010; Gómez-Duque, 2011). En 2004, el MAVDT y el Departamento Nacional de Planeación elaboraron la primera aproximación metodológica de una EAE, en la que se incorporaron de manera precisa varios de los principios y elementos de una EAE orientada a la decisión (DNP, 2004). Estas y otras entidades como Planeación Nacional y el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), también han promovido la implementación de la EAE en la formulación de algunos proyectos sectoriales como el manejo del recurso hídrico, la minería, la interconexión eléctrica, la construcción de vías sobre ecosistemas estratégicos, entre otros, (Alfonso-Piña, 2010; Gómez-Duque, 2011). Sin embargo, la EAE se sigue utilizando de manera aislada, más cercana a la tradicional EIA de proyectos en ejecución (Alfonso-Piña, 2010).

## APLICACIÓN A CUENCAS PRIORITARIAS DE LOS ANDES COLOMBIANOS

Los Andes colombianos cubren un área aproximada de 287720 km<sup>2</sup> ( $\approx 25\%$  del país;), constituyen el centro de la actividad

económica (85 %) y concentran la mayor parte de la población del país (77,4 %; Armenteras *et al.*, 2011). Históricamente, esta región ha sido sometida a una intensa actividad humana (Etter *et al.*, 2006). Por ejemplo, los ecosistemas andinos y los valles altos de los ríos Magdalena y Cauca, han sido de las áreas más afectadas por cambios de uso del suelo desde el siglo XVI (Armenteras *et al.*, 2003; Etter *et al.*, 2006; Etter *et al.*, 2008). La tasa de deforestación en esta región es considerada alta (0,67 % anual) y es comparativamente mayor en zonas bajas (Armenteras *et al.*, 2011; Cabrera *et al.*, 2011; Armenteras *et al.*, 2013). El MADS y el IDEAM indicaron que la tasa oficial de deforestación promedio anual para el país durante el periodo 1990-2010 fue de 310349 ha, de las cuales un 32 % ocurrió en la región Andina (Cabrera *et al.*, 2011). Estas tasas de deforestación incluyen parte de la pérdida de vegetación ribereña, la cual es importante para la estructura y función de microcuencas y cuencas boscosas andinas (Donato-Rondón, 2008; Guevara *et al.*, 2008).

Diversas presiones antropogénicas como la deforestación en la región Andina, se han asociado con aspectos de acceso territorial a través de grandes proyectos viales, tenencia de la tierra (fincas menores de 10 ha que conllevan a la sobreexplotación del suelo), alta densidad poblacional, y actividades económicas representadas por ampliación de la frontera agrícola y ganadera, en actividades altamente productivas como monocultivos de café, papa, establecimiento de praderas y ganadería intensiva, y recientemente, por la presencia de cultivos ilícitos y minería (Etter *et al.*, 2008; Armenteras *et al.*, 2011; Rincón-Ruiz y Kallis, 2013; Rodríguez *et al.*, 2013). Colombia posee una ventaja significativa frente a otros países en materia hídrica, lo cual está asociado con la presencia de dos océanos, más de 30 ríos de gran caudal, alrededor de 755000 microcuencas, varias lagunas, humedales, embalses y aguas subterráneas (García *et al.*, 2001). Por su parte, la región andina colombiana presenta una gran diversidad de cuerpos de agua que se originan y distribuyen en las tres cordilleras (García *et al.*, 2001; Donato-Rondón, 2008; Guevara *et al.*, 2008). En el caso de los ríos, dicha configuración geomorfológica ha dado origen a diferentes tipologías (Donato-Rondón y Galvis, 2008), las cuales están en constante cambio debido a la presión antropogénica y sobreexplotación de los recursos naturales (Murtinho *et al.*, 2013a). Una visión longitudinal de los sistemas lóticos, permite detectar la representatividad de los diferentes componentes asociados con el uso variable del suelo y la presencia de diversos impactos directos o potenciales (Wallace *et al.*, 2003; Etter *et al.*, 2006; Armenteras *et al.*, 2011; Rodríguez *et al.*, 2013). Tradicionalmente, estas cuencas han sido evaluadas separadamente y bajo perspectivas específicas, mediante proyectos de investigación o extensión que se fundamentan en estudios dirigidos, evaluaciones rápidas o como requerimiento de un plan de ordenamiento territorial, sin que se visualice aún un manejo integrado del recurso hídrico en

Tabla 1. Normativa Colombiana relacionada con la administración y planificación ambiental del agua. Fuente: (MAVDT, 2010; Campuzano *et al.*, 2012; MADS, 2013b).

| Año            | Norma             | Enfoque Principal  |
|----------------|-------------------|--|
| 2012           | Decreto 1640      | Planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos.   |
|                | Decreto 303       | Registro de usuarios del recurso hídrico.  |
| 2011           | Resolución 075    | Reporte sobre vertimientos puntuales al alcantarillado público.  |
| 2010           | Decreto 4728      | Modificación parcial del Decreto 3930.   |
|                | Decreto 3930      | Reglamenta la normativa anterior (Ley 9 de 1979 y 2811 de 1974) sobre usos del agua y manejo de residuos líquidos.   |
| 2007           | Resolución 2115   | Sistema de control y vigilancia para la valoración de la calidad del agua para consumo humano.   |
|                | Decreto 1575      | Establece el Sistema para la Protección y Control de la calidad del agua para consumo humano.  |
| Ley 1151       |                   | Modifica los artículos 42, 44, 46 y 111 de la Ley 99 de 1993.  |
|                | Decreto 1480      | Se prioriza el ordenamiento y la intervención de 10 cuencas hidrográficas: Bogotá, Cali, Chicamocha, Combeima, Guarinó, Guatiquía, Medellín, Paez, Suárez, Sinú.   |
| Decreto 1324   |                   | Se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico.   |
|                | Decreto 1323      | Se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH.  |
| 2006           | Decreto 2570      | Se adiciona el Decreto 1600 de 1994.   |
|                | Decreto 1900      | Se reglamenta el párrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993.   |
| Resolución 872 |                   | Se establece la metodología para el cálculo del Índice de Escasez para aguas subterráneas (véase Decreto 155 de 2004).   |
|                | Decreto 4742      | Se modifica el Artículo 12 del Decreto 155 de 2004 y se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, sobre tasas por utilización de aguas.  |
| 2005           | Resolución 2145   | Se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.  |
|                | Decreto 3440      | Se modifica el Decreto 3100 de 2003 en aspectos de la implementación de la tasa retributiva.   |
| 2004           | Resolución 865    | Se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales.   |
|                | Decreto 1443      | Reglamenta parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos. |
| Resolución 240 |                   | Se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.   |
|                | Decreto 155       | Se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.  |
| 2003           | Decreto 3100      | Se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales.   |
|                | Resolución 104    | Se establecen los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.  |
| 2002           | Decreto 1729      | Se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5º de la Ley 99 de 1993.   |
|                | Decreto 1604      | Se reglamenta el párrafo 3ro. del Artículo 33 de la Ley 99 de 1993 de las comisiones conjuntas.  |
| 1997           | Ley 373           | Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.  |
| 1994           | Decreto 1933      | Se reglamenta el Artículo 45 de la Ley 99 de 1993 relacionado con energía hidroeléctrica o termoeléctrica.   |
| 1993           | Decreto 1600      | Se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental –SINA.  |
| 1993           | Ley 99            | Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA.          |
| 1984           | Decreto 1594      | Reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 y el Decreto- Ley 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Parcialmente Vigente.  |
| 1979           | Decreto 1875      | Se dictan normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino.   |
| 1978           | Ley 10            | Se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental.   |
|                | Decreto 1541      | Se reglamentan parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y, la Ley 23 de 1973.   |
| 1977           | Decreto 1449      | Se reglamentan parcialmente el Inciso 1 del Numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto-Ley 2811 de 1974. Parcialmente derogado: Ley 373 de 1997, Decreto 1791 de 1996 y Ley 79 de 1986.                          |
| 1974           | Decreto- Ley 2811 | Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.  |
| 1973           | Ley 23            | Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente.   |

el país (Blanco, 2008). En ese sentido, gran parte de los estudios ambientales desarrollados en Colombia, se han propuesto más como una necesidad o requisito frente a proyectos futuros o en marcha que bajo una mirada sostenible y perspectivas de largo plazo (Lindenmayer y Likens, 2009). Dependiendo del enfoque requerido en el estudio (e.g., Ferraz, 2012), se inicia el registro de información y las respectivas evaluaciones de impacto ambiental, que en su mayoría por su misma naturaleza, no consideran el componente social en sentido estricto (Cavalcanti *et al.*, 2013). Los programas de monitoreo son requeridos en algunas circunstancias cuando existen proyectos de gran escala o que pueden afectar de algún modo a la población (hidroeléctricas, apertura de vías, infraestructura urbana, entre otros; Palacios-Lozano *et al.*, 2008; Ferraz, 2012; Hutto y Belote, 2013). Este panorama genera diferentes preocupaciones, dilemas, desafíos y necesidades para lograr la evaluación integral de una cuenca hidrográfica, por parte de todos los actores que dependen directa o indirectamente del suministro continuo de bienes y servicios acuáticos y ribereños que apoyan su bienestar (Guevara *et al.*, 2008).

## DILEMAS, DESAFÍOS Y NECESIDADES

### Dilemas

Diversos autores han señalado que el acceso al agua es un derecho fundamental de la sociedad (Chavarro-Velandia, 2011; Zamudio-Rodríguez, 2012). Sin embargo, el libre acceso a este recurso y a sus diferentes opciones de uso (civil, industrial y agropecuario), promueve el fortalecimiento de las inversiones en términos de producción y desarrollo, hasta que los niveles de rentabilidad y beneficio mutuo, sean favorables. Esta dinámica, puede originar un círculo vicioso entre inversión, aprovechamiento y conservación: un incremento en la inversión, facilita el aprovechamiento colectivo del recurso hídrico o de las externalidades asociadas a este, por lo que existe la necesidad de ampliar este tipo de propuestas, lo que conlleva a la reducción en las opciones de conservación, y así sucesivamente.

Los investigadores que pretenden realizar estudios “integrales” (biodiversidad, hidrología, calidad de agua, etc.) en la cuenca hidrográfica en Colombia, deben también sobreponerse a las exigencias de las autoridades ambientales locales, regionales y nacionales (Blanco, 2008; Fernández, 2011) y a la escasez de recursos económicos que apoyen sus estudios. Los permisos de investigación científica requeridos para las evaluaciones ambientales integrales (suelo, agua, fauna y flora) en la cuenca, deben cumplir con dichos requerimientos; es decir, cronogramas, alcances, objetivos, número de réplicas y ejemplares, informes parciales y finales, entre otros. Sin embargo, muchos de estos requerimientos no obedecen a una estructuración clara de seguimiento y perspectivas en la toma de decisiones acertadas, por parte de las autoridades ambientales competentes (véase también Fernández, 2011). Por lo tanto, se plantea un dilema entre la necesidad de realizar estudios hidrobiológicos que apoyen los programas de GIRH,

los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (POT) o los POMCA en sí mismos y, las exigencias de las autoridades ambientales en términos de los permisos de investigación científica o licencias ambientales.

### Desafíos

En paisajes altamente fragmentados como aquellos de los Andes colombianos, la conservación y manejo del recurso hídrico (tanto lótico, como léntrico), representa un desafío más práctico que teórico, particularmente cuando se aborda la problemática socioambiental actual, relacionada con pobreza, desigualdad, orden público, entre otros. A pesar que en el ámbito nacional, se ha adoptado la cuenca como la unidad fundamental para el manejo y seguimiento a los planes de desarrollo, aún persisten diferentes elementos que se deben considerar en los POMCA, con base en la normativa anterior y vigente (Decretos 1729 de 2002 y 1640 de 2012, respectivamente) (MADS, 2013b). Aunque los POMCA se propusieron como un mecanismo para abordar de una manera más integral el uso, manejo y conservación del agua, en el que se deben seguir una serie de seis fases: 1. Aprestamiento; 2. Diagnóstico (estado actual de la cuenca con sus diferentes usos del suelo y agua); 3. Prospectiva (construcción del territorio ideal); 4. Formulación (planteamiento de programas, proyectos y estrategias); 5. Ejecución, y 6. Seguimiento (evaluación de indicadores ambientales y de gestión), aún persisten varios desafíos, muchos de los cuales fueron destacados por Suárez (2007). Este autor, finalmente resalta aquellos que considera de mayor exigencia e impacto:

- La articulación de los POMCA al nuevo modelo del Ordenamiento y Desarrollo Territorial y, constituirse en el principal instrumento para la armonización del sistema de planeación y gestión ambiental aplicando la concurrencia, complementación y subsidiariedad de competencias y recursos para la conservación de las cuencas.
- El diseño, concertación y ejecución de las fases de seguimiento, evaluación y control de los POMCA y la co-responsabilidad de las autoridades, instancias, entidades territoriales, terceros responsables y comunidad con los programas de ordenación de las cuencas hidrográficas.
- La viabilidad financiera y sostenibilidad institucional de los POMCA.

Quizás aún estamos a tiempo para entender y tomar la iniciativa frente a la conservación del recurso hídrico en Colombia, particularmente en la región andina (a pesar de la creciente presión por el uso de suelo y el inicio o continuación de megaproyectos ya aprobados), bajo la premisa que su valoración se fundamenta aun en su gran riqueza dulceacuícola (Campuzano *et al.*, 2012), lo que a su vez, la hace más vulnerable a diversos mecanismos de explotación, sin que se reconozcan muchos de los problemas actuales o futuros que han sido destacados mediante voces de alarma, resultantes del conocimiento popular o científico, que llaman la atención en diferentes escenarios.

A pesar que la EAE puede tener una amplia aplicación en cualquier política, plan y programa, es necesario considerar varios aspectos para su inclusión estratégica y su conveniencia según sea el caso, y así evitar la creación de falsas expectativas o una baja efectividad práctica (Fig. 1).

Partidario (1996), destaca diez de las barreras más comunes para la implementación de la EAE: 1. Falta de conocimiento y experticia sobre los factores ambientales a considerar, cuáles son los potenciales impactos ambientales y cómo lograr una decisión política integradora, 2. Dificultades organizacionales e institucionales necesarias para una coordinación efectiva dentro y entre los departamentos de gobierno, 3. Falta de recursos (información, experticia, financieros), 4. Falta de normas o mecanismos para asegurar su fiel cumplimiento, 5. Voluntad y compromiso político insuficiente para implementar la EAE, 6. Dificultad en establecer políticas claras y definir cómo y cuándo la evaluación ambiental debe ser aplicada, 7. Metodologías poco desarrolladas, 8. La inclusión del público es limitada, 9. Falta de una responsabilidad clara para la aplicación y también de las políticas en los procesos de evaluación ambiental y, 10. Las prácticas actuales de evaluación ambiental específicas del proyecto, no son necesariamente aplicables a la EAE y obstaculizan los enfoques más sólidos de esta metodología.

El desafío sobre cómo asegurar que una EAE tenga un efecto significativo en la toma de decisiones, ha sido motivo de

amplia investigación en décadas recientes (Buckley, 2000; Desmond, 2007; Jiliberto, 2011; Naddeo *et al.*, 2013). Al respecto, Jiliberto-Herrera y Bonilla-Madriñán (2008) indican algunos aspectos acerca de cuándo es recomendable realizar una aplicación de la EAE con base en lo propuesto por la Directiva Española de EAE, donde se desglosa un listado explícito de casos en los que se debe someter un plan o programa a una EAE. Entre estos se incluyen las categorías que establecen el marco para futuros proyectos legalmente sujetos a EIA en alguna de las siguientes materias: agricultura, ganadería, silvicultura, acuicultura, pesca, energía, minería, industria, transporte, gestión de residuos, gestión de recursos hídricos, ocupación del dominio público marítimo terrestre, telecomunicaciones, turismo, ordenación del territorio urbano y rural, o el uso del suelo (Jiliberto-Herrera y Bonilla-Madriñán, 2008). Muchos de los elementos resaltados por estos autores, pueden tener aplicabilidad práctica (adopción y adaptación) en las políticas sectoriales del país, pues hasta el momento, la EAE se ha implementado solo en algunos sectores (biocombustibles, agropecuario, panela, algodón, palma, café, petróleo y gas, transporte y contaminación atmosférica en centros urbanos) (MADS, 2013c), sin que se registre claramente su implementación en el uso y manejo del agua. La mayor parte de los estudios relacionados con el agua en PPPs en el país, se fundamentan en los estudios tradicionales de EIA.

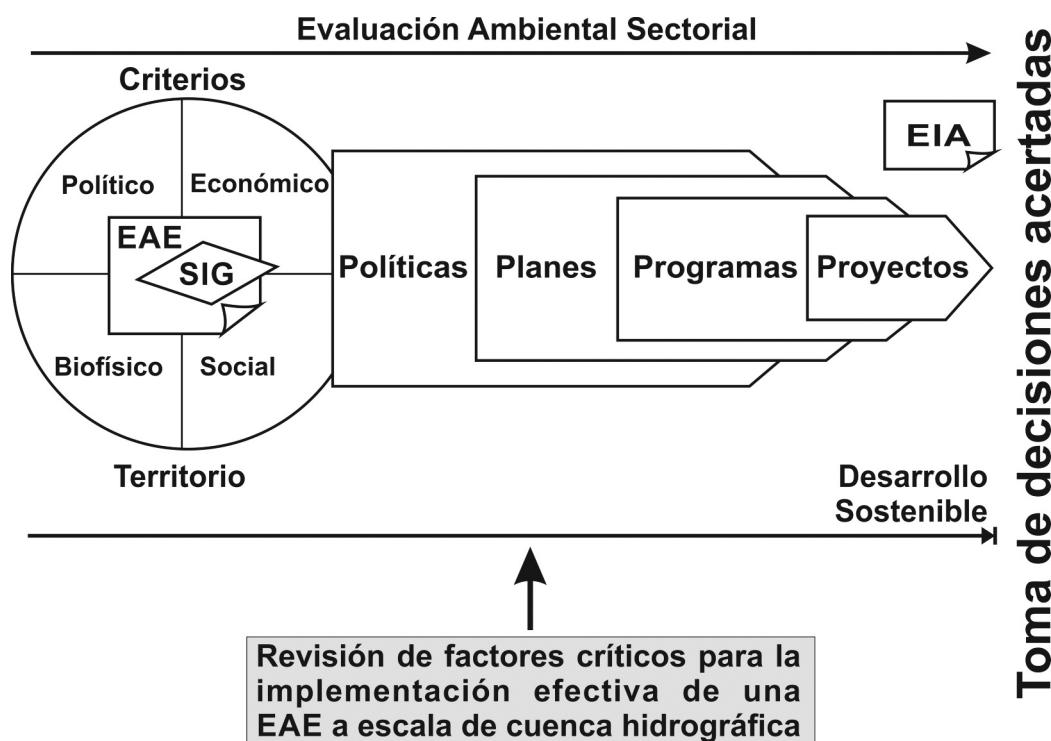


Figura 1. Relación propuesta entre la evaluación ambiental estratégica (EAE), de impacto ambiental (EIA), los sistemas de información geográfica (SIG) y, la definición de factores críticos (positivos/negativos; Zhang *et al.*, 2013a), para el manejo integral sostenible en cuencas hidrográficas prioritarias de los Andes colombianos. Esquema adaptado de Arce y Gullón (2000).

Aunque una EIA es fundamental para definir la implementación y los alcances de una EAE; en el primer caso, es necesario conocer profundamente los factores críticos, es decir, aquellos que contribuyen o impiden su aplicación efectiva (Zhang *et al.*, 2013a). Sin embargo, debido a que los alcances de una EAE son mayores que en una EIA (ver explicación en la Fig. 1), la cobertura de los factores críticos también debe ser fortalecida y extendida para soportar la función de la EAE (Zhang *et al.*, 2013a; Zhang *et al.*, 2013b); (Fig. 1). Es decir, ante cualquier PPP que anteceda a un proyecto, se deben reconocer todos los actores, los bienes y SE que provee la cuenca de interés y la integración de la EAE como soporte al POMCA actual o que se desarrollará en el futuro.

Existe una preocupación creciente por la apertura a nuevos proyectos de inversión extranjera que pueden poner en peligro el manejo integral del recurso hídrico, y su fauna y flora asociadas. Gran parte de las cuencas localizadas sobre la región andina, suministran muchos bienes y servicios para la población (Guevara *et al.*, 2008; MADS, 2012). No obstante, existen muchos vacíos de información sobre diferentes temas o esta se encuentra fraccionada y de difícil acceso (literatura gris). Mientras que el establecimiento de una visión clara sobre la biodiversidad acuática y ribereña, es escasamente representada en programas de manejo del recurso hídrico en el mundo, la situación es particularmente alarmante en países con economías emergentes (Gilman *et al.*, 2004; Blanco, 2008). Por su parte, la población mundial, en sentido amplio, puede beneficiarse social, económica y ambientalmente a partir de la pertinencia de la biodiversidad en el contexto del manejo integrado de cuencas en dichos países (Gilman *et al.*, 2004; Weng, 2005), particularmente con el fortalecimiento de programas de áreas protegidas (Rodríguez *et al.*, 2013) y el apoyo a los estudios socioecológicos y de monitoreo a largo plazo (Guevara *et al.*, 2008). Aquí el papel de la academia y en general de la ciencia, es fundamental para lograr una comunicación efectiva entre los diferentes usuarios (actores, beneficiarios/fuentes de presión) y el gobierno (tomadores de decisión), para una GIRH y su gobernabilidad hacia el futuro.

### Necesidades

En las diferentes cuencas andinas del país, se deben incorporar más estudios de calidad de agua, cuyos enfoques deben ser discriminados de acuerdo con su uso, donde se contemple la opción de incluir diferentes variables o métricas (físicas, químicas, microbiológicas, biológicas y socioambientales) ajustadas a la realidad local, regional y nacional (Zúñiga y Cardona, 2009). Estos estudios deben involucrar valoraciones espaciales y temporales con bioindicadores que reflejen las condiciones ambientales propias de un sistema, en un momento dado (Roldán, 2003) o bajo un determinado disturbio (Death, 2010). Asimismo, la inclusión del estudio y análisis del agua superficial (sistemas lóticos y lénticos), y subterránea (hiporreíca y freática), de los sistemas ribereños

y los ecotonos entre estos, como componentes que interactúan y contribuyen a la diversidad total, es crucial para el desarrollo de una visión holística de los “ríos como ecosistemas” (Ward y Tockner, 2001). El restablecimiento de la diversidad funcional (e.g., procesos hidrológicos y sucesionales) a través de un corredor activo, debe ser el punto de partida de las iniciativas de restauración y conservación de los ríos y sus zonas inundables (Mant *et al.*, 2012). Con la reconstitución de los procesos funcionales, la heterogeneidad del hábitat se incrementará y favorecerá concomitantemente una mayor diversidad de especies tanto de la biota acuática como ribereña (Guevara *et al.*, 2008; Elosegi *et al.*, 2010; Andreoli *et al.*, 2012). En cualquier caso, es necesario reconocer los factores, causas y procesos críticos de la variabilidad en las cuencas (e.g., clima, geología, vegetación, caudal, acuíferos, sistemas sociales, culturales y económicos, entre otros) (Elosegi y Sabater, 2009), y su evolución en el tiempo como respuestas a las presiones naturales y antropogénicas (cambio climático, cobertura vegetal y uso variable del suelo). Para esto, es crucial el mantenimiento de un monitoreo continuo de las variables biofísicas y las fuerzas que las modifican, a escala de cuenca hidrográfica (Guevara *et al.*, 2008).

### ESTUDIO DE CASO: CUENCA DEL RÍO COELLO

Se encuentra ubicada en la región centro-norte del departamento del Tolima, entre 4°17'08" Norte y 74°35'36" Oeste, en la vertiente oriental de la cordillera Central (Fig. 2). La cuenca tiene un área de 189931 ha, una longitud de 111,6 km y su caudal promedio es de 23,2 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Sus principales afluentes son los ríos Combeima, Gallego, Cocora, Bermellón, Anaime, Toche y Andes, con varias quebradas y corrientes menores (Arias-Díaz *et al.*, 2007). El río Coello nace a los 5300 m.s.n.m. y desemboca en el río Magdalena a 280 m.s.n.m., razón por la cual presenta varias zonas de vida (Bosque Seco Tropical, Bosque Húmedo Premontano, Bosque Húmedo Montano Bajo y Páramo Subalpino). A su vez, en varios sectores de la cuenca, se presentan alteraciones por diferentes actividades antropogénicas como agricultura, ganadería, industria, extracción de material de arrastre, entre otros (Cortolima, 2002; Losada-Prado *et al.*, 2005; Arias-Díaz *et al.*, 2007). Los municipios de El Espinal, Coello, Ibagué, Rovira, San Luis y Cajamarca, tienen grandes extensiones de zonas cultivadas (e.g., arroz, sorgo, algodón, maíz, café, banano, hortalizas y frutales), pastos para ganadería y áreas urbanas, los cuales se encuentran aledaños a los bosques tanto secundarios como naturales y a la vegetación de páramo de la cuenca (Losada-Prado *et al.*, 2005). En la parte baja de la cuenca se encuentra uno de los distritos de riego más importantes del país (Vermillion y Garcés-Restrepo, 1996). Recientemente se destacan los proyectos del Túnel de La Línea (zona Tolima) y de exploración minera La Colosa, ambos cercanos al municipio de Cajamarca (Fig. 2b). La mayor parte de los municipios de la cuenca (Ibagué, San Luis, Rovira,

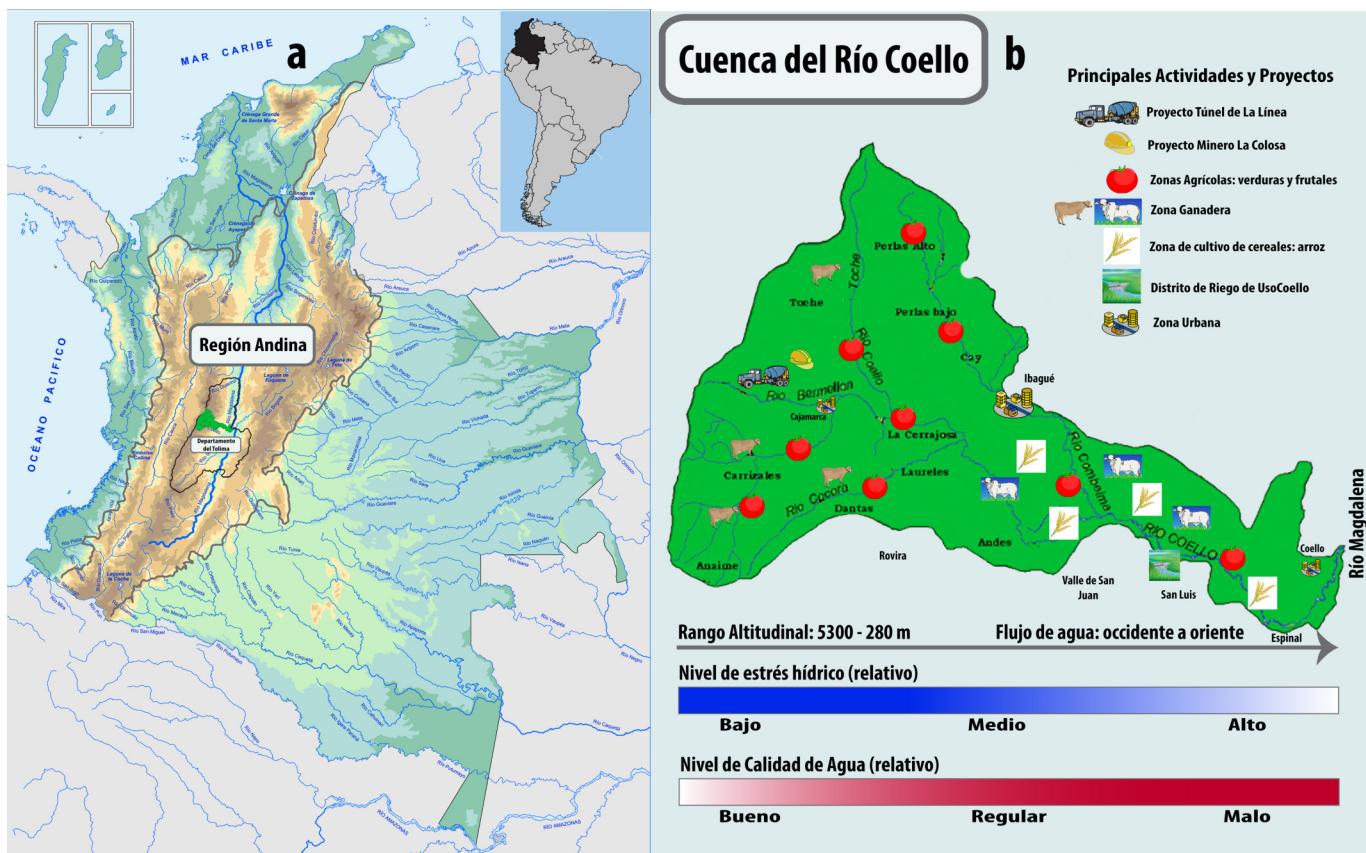


Figura 2. Recurso hídrico colombiano y cuenca destacada en el presente estudio (adaptada de varias fuentes). a) Se resalta la región Andina y su río principal (río Magdalena), así como el departamento del Tolima y una de sus principales cuencas hidrográficas. Ver más detalles hidrológicos (cualitativos/cuantitativos) en MAVDT (2010) y Campuzano *et al.* (2012). b) Vista general de la cuenca del río Coello con sus principales afluentes, centros urbanos, actividades y proyectos, y algunos aspectos relativos de la oferta y calidad del recurso hídrico. Ver otros aspectos en Cortolima (2006a) y Johnson *et al.* (2009).

Cajamarca, Espinal, Flandes, Valle de San Juan y Coello), concentran su población en las áreas urbanas ( $> 56\%$ ). Las condiciones de vida y cobertura de salud y educación, se encuentran en niveles variables entre medio-bajo a medio-alto, con mejores realidades para el Municipio de Ibagué (capital del departamento) (Peralta *et al.*, 2006 y Johnson *et al.*, 2009).

Los principales problemas ambientales que se presentan en la cuenca, están relacionados con la influencia de la vía Panamericana, que genera erosión y contaminación, al tiempo que afecta a quienes viven cerca de esta y provoca la aparición de afecciones de tipo respiratorio agudo (Peralta *et al.*, 2006). El proyecto de construcción del Túnel de La Línea y los viaductos entre Ibagué y los límites con el departamento del Quindío, causan remoción y erosión del suelo, y sedimentación en el río Bermellón (Peralta *et al.*, 2006). Existen otros eventos de contaminación por aguas servidas, prácticas agropecuarias inadecuadas, deforestación para ampliar los monocultivos de arroz y sorgo, presencia de cultivos ilícitos, plantaciones forestales, actividad minera y contaminación por agroquímicos en la parte baja de la cuenca (Johnson *et al.*, 2009). También, se presenta un conflicto creciente por el acceso al agua, entre

los pequeños propietarios de la zona alta y los grandes productores de arroz de la parte baja (Peralta *et al.*, 2006; Johnson *et al.*, 2009), que se ha agudizado con la presencia del proyecto minero La Colosa. Los problemas relacionados con el recurso hídrico, incluyen además de los anteriores, la falta de manejo de agua potable en los acueductos veredales y una disminución de la calidad del agua en los municipios, principalmente, de zonas bajas (San Luís, Espinal, Coello; Fig. 2b). Actualmente los municipios de Ibagué y Coello, sufren de varios cortes de agua por semana.

## Disponibilidad y uso del agua en el río Coello

Esta cuenca cuenta con un POMCA que estableció los aspectos socioambientales enmarcados en los requerimientos nacionales del Decreto 1729 de 2002 (MADS, 2013b), que fueron adoptados por la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, mediante el Acuerdo 011 de agosto de 2003 y sus modificaciones posteriores (Cortolima, 2006b), en el que se establecieron los mecanismos para la ordenación de las 14 cuencas mayores no compartidas del departamento del Tolima. A pesar que dicho estudio arrojó

resultados significativos para la toma de decisiones en torno al uso y manejo del agua en la cuenca, aún persisten algunos vacíos, particularmente en la fase de “seguimiento y evaluación” bajo una perspectiva de largo plazo (e.g., falta de monitoreo de factores sociales, fisicoquímicos, bacteriológicos, florísticos y faunísticos), que pueden ser subsanados con la aplicación de un esquema de EAE, que acompañe las revisiones de los planes de ordenamiento territorial en los municipios, y permita descifrar los problemas asociados con proyectos en marcha o definir los impactos potenciales de las actividades futuras, en el marco de los diferentes planes de desarrollo. No obstante, en algunos aspectos hidrológicos, la corporación adelanta esfuerzos con el fin de ejecutar estudios que pretenden establecer el impacto de los diferentes escenarios (actuales y futuros) de cambio climático, sobre la disponibilidad hídrica de la cuenca (Cortolima, 2013).

## CONCLUSIONES

Una política gubernamental incluyente en el país, debe aunar esfuerzos para sobreponerse a los problemas sociales, con plenas garantías para que las necesidades colectivas sean escuchadas, analizadas y tenidas en cuenta, antes de la aprobación de cualquier plan, programa, proyecto o actividad, en el marco de las propuestas nacionales de desarrollo. El reconocimiento del agua como un servicio ambiental clave para las dimensiones estructural, funcional y cultural del ser humano, debe ser un elemento de análisis integral y de aplicación efectiva para el uso, conservación y manejo sostenible del recurso hídrico en la cuenca, frente a los actuales y futuros proyectos que requieran de su uso directo o indirecto. La región andina colombiana presenta situaciones rurales y urbanas altamente contrastantes, que deben ser particularmente atendidas bajo una perspectiva de largo plazo, que considere además, los diferentes escenarios de cambio climático, uso del suelo, deterioro de los servicios ecosistémicos y, la escasez hídrica. Las actividades sociales, económicas y ambientales, al igual que las necesidades y problemáticas que operan en la cuenca del río Coello, pueden ser compartidas por otras cuencas andinas o de otras regiones del país; aspectos que deben considerados en la toma de decisiones, relacionadas con (mega) proyectos viales, urbanos, mineros e hidroeléctricos. La evaluación ambiental estratégica (EAE), se constituye en una herramienta valiosa para apoyar los POMCA en marcha o los que se pretenden ejecutar, bajo la supervisión de las autoridades ambientales regionales y con participación efectiva de la comunidad académica y la población en general. Los planes y programas de desarrollo actuales y futuros; presentados por empresas públicas, privadas y/o consorcios nacionales o internacionales y avalados respectivamente por el gobierno nacional, deben apoyar los programas de manejo integral del recurso hídrico y con ello, disminuir significativamente la incidencia de conflictos por el acceso, según sus múltiples usos.

La EAE está en su fase de infancia-adolescencia en Colombia y solo algunos sectores cuentan con la reglamentación res-

pectiva para su inclusión e implementación. Para que alcance su fase de madurez, debe incorporarse a todos los PPP que anteceden a cualquier tipo de proyecto y a su vez, enriquecerse durante el ciclo de vida del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Jhon Charles Donato Rondón, María Isabel Castro Rebolledo y al comité organizador del Primer Workshop Internacional (CLAS), por la invitación a participar en este importante evento. Gran parte de las ideas plasmadas en el presente documento, surgieron como resultado de la discusión sobre temas estratégicos en materia del recurso hídrico, que fueron puestas en común durante el desarrollo del workshop en Villa de Leyva (Boyacá, Colombia; marzo de 2013). A Jorge Enrique García Melo, por su ayuda con la edición de las figuras. El autor también agradece los aportes y sugerencias de dos revisores anónimos y del comité editorial de ABC, que enriquecieron significativamente la presentación final del artículo. Los errores y omisiones que aún persisten son de responsabilidad exclusiva del autor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albrecht E. Transboundary consultations in strategic environmental assessment. *Impact Assess Proj Apprais.* 2008; 26(4):289-298.
- Alfonso-Piña W. Las posibilidades de la evaluación estratégica ambiental integrada: elementos para la reflexión sobre la sostenibilidad urbana en Colombia. *Desafíos.* 2010;22(2):181-237.
- Andreoli A, Mao L, Iroumé A, Arumí JL, Nardini A, Pizarro R, et al. The need for a hydromorphological approach to Chilean river management. *Rev Chil Hist Nat.* 2012; 85(3):339-343.
- Arce R, Gullón N. The application of Strategic Environmental Assessment to sustainability assessment of infrastructure development. *Environ Impact Assess Rev.* 2000;20(3):393-402.
- Arias-Díaz DM, Reinoso-Flórez G, Guevara-Cardona G, Villa-Navarro FA. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia.* 2007;29(1):177-194.
- Armenteras D, Gast F, Villareal H. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biol Conserv.* 2003;113(2):245-256.
- Armenteras D, Rodríguez N, Retana J, Morales M. Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Reg Environ Change.* 2011; 11(3):693-705.
- Armenteras D, Cabrera E, Rodríguez N, Retana J. National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Reg Environ Change.* 2013;13(6):1181-1193.
- Arroyave-Rojas JA, Builes-Jaramillo LA, Rodríguez-Gaviria EM. La gestión socio-ambiental y el recurso hídrico. *J. Eng. Technolol.* 2012;1(1):62-70.

- Blanco J. Integrated Water Resource Management in Colombia: Paralysis by Analysis?. *Int J Water Resour Dev.* 2008;24(1):91-101.
- Buckley R. Strategic environmental assessment of policies and plans: legislation and implementation. *Impact Assess Proj Apprais.* 2000;18(3):209-215.
- Cabrera E, Vargas DM, Galindo G, García MC, Ordoñez MF, Vergara LK *et al.* Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional - escalas gruesa y fina. Bogotá D. C.: IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2011. p. 106.
- Campuzano CP, Roldán-Pérez G, Guhl-Nannetti E, Sandoval-Pedroza JM. Una visión al estado del recurso hídrico en Colombia. En: Jiménez-Cisneros B, Galizia-Tundisi J, (eds.). Diagnóstico del agua en las Américas. México, D. F.: Red Interamericana de Academias de Ciencias. Foro Consultivo Científico y Tecnológico; 2012. p. 194-225.
- Cavalcanti C, Engel S, Leibbrandt A. Social integration, participation, and community resource management. *J Environ Econ Manag.* 2013;65(2):262-276.
- CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima. Plan de gestión ambiental para el departamento del Tolima. Ibagué: CORTOLIMA; 2002. p. 91.
- CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del río Coello. Ibagué: CORTOLIMA; 2006a. p. 1036.
- CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima. Acuerdo No. 014 (04 abr 2006). 2006b. [citado 28 oct 2013] Disponible en URL: <http://www.cortolima.gov.co/acuerdos/archivos/2006a141.pdf>
- CORTOLIMA. Corporación Autónoma Regional del Tolima. Impacto del cambio climático en la cuenca Coello será estudiado por Holanda. 2013. [citado 28 oct 2013] Disponible en URL: <http://www.cortolima.gov.co/contenido/impacto-cambio-clim-tico-cuenca-coello-ser-estudiado-holanda>
- Chaker A, El-Fadl K, Chamas L, Hatjian B. A review of strategic environmental assessment in 12 selected countries. *Environ Impact Assess Rev.* 2006;26(1):15-56.
- Chavarro-Velandia A. Claves de una gestión pública del recurso hídrico. Una revisión de bibliografía. Gestión y Ambiente. 2011;14(1):7-22.
- Cruz-Forero B. La gestión integral del recurso hídrico. En: Giraldo-Samper M, ed. Agua y Vida en Colombia: Apuntes y Conclusiones Foro Paipa. Bogotá, D. C.: Editorial Politécnico Grancolombiano; 2008. p. 99-111.
- Death RG. Disturbance and riverine benthic communities: What has it contributed to general ecological theory?. *River Res Appl.* 2010;26(1):15-25.
- Desmond M. Strategic environmental assessment (sea): A tool for environmental decision making. *Irish Geogr.* 2007;40(1):63-78.
- Donato-Rondón JC. Ecología de un río de montaña de los Andes colombianos (río Tota, Boyacá). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2008. p. 231.
- Donato-Rondón JC, Galvis G. Tipología de ríos colombianos - Aspectos generales. En: Donato-Rondón JC, ed. Ecología de un río de montaña de los Andes colombianos (río Tota, Boyacá). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2008. p. 27-52.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, Lévêque C *et al.* Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol Rev.* 2006;81(2):163-182.
- Elosegi A, Díez J, Mutz M. Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems. *Hydrobiologia.* 2010;657(1):199-215.
- Elosegi A, Sabater S. Conceptos y técnicas en ecológica fluvial. Bilbao, España: Fundación BBVA; 2009. p. 448.
- Etter A, Mcalpine C, Wilson K, Phinn S, Possingham H. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agr Ecosyst Environ.* 2006;114(2-4):369-386.
- Etter A, McAlpine C, Possingham H. Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Ann Assoc Am Geogr.* 2008;98(1):2-23.
- Fernández F. The greatest impediment to the study of biodiversity in Colombia. *Caldasia.* 2011;33(2):III-V.
- Ferraz G. Twelve Guidelines for Biological Sampling in Environmental Licensing Studies. *Nat Conserv.* 2012; 10(1):20-26.
- Fundingsland Tetlow M, Hanusch M. Strategic environmental assessment: the state of the art. *Impact Assess Proj Apprais.* 2012;30(1):15-24.
- García M, Sánchez FD, Marín R, Guzmán H, Verdugo N, Domínguez E *et al.* El Agua. En: LEYVA P, ed. El Medio Ambiente en Colombia. 2da. ed. Bogotá: IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; 2001. p. 114-189.
- Gilman RT, Abell RA, Williams CE. How can conservation biology inform the practice of Integrated River Basin Management?. *Intl J River Basin Management.* 2004; 2(2):135-148.
- Gómez-Duque J. La Evaluación Ambiental Estratégica en Colombia. Bogotá, D. C.: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2011. p. 150.
- Guevara G, Reinoso G, García JE, Franco LM, García LJ, Yara DC, *et al.* Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. Tumbaga. 2008; 3:159-177.
- Harrington JM, Canter LW. Planning environmental monitoring programs within the environmental impact assessment process. *Int J Environ Stud.* 1998;55(4):305-331.
- Hutto RL, Belote RT. Distinguishing four types of monitoring based on the questions they address. *For Ecol Manage.* 2013;289:183-189.
- Jiliberto-Herrera R, Bonilla-Madriñán M. Guía de Evaluación Ambiental Estratégica. Bogotá: TAU Consultora Ambiental- España - MAVDT; 2008. p. 221.
- Jiliberto R. Recognizing the institutional dimension of strategic

- environmental assessment. *Impact Assess Proj Apprais.* 2011;29(2):133-140.
- João E. Key Principles of SEA. En: Schmidt M, João E, Albrecht E, Eds. *Implementing Strategic Environmental Assessment.* Berlin Heidelberg: Springer; 2005. p. 3-14.
- Johnson N, Garcia J, Rubiano Je, Quintero M, Estrada Rd, Mwangi E et al. Water and poverty in two Colombian watersheds. *Water Alternatives.* 2009;2(1):34-52.
- Lindenmayer DB, Likens GE. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends Ecol Evol.* 2009;24(9):482-486.
- Losada-Prado S, Carvajal-Lozano AM, Molina-Martínez YG. Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Biota Colomb.* 2005;6(1):101-115.
- MADS. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2012. p. 134.
- MADS. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Versión 1. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2013a. p.146.
- MADS. Legislación del agua. Normativa nacional para la administración y planificación ambiental del agua. 2013b. [citado 23 oct 2013] Disponible en URL: <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=909&conID=3975>
- MADS. Evaluación Ambiental Estratégica – EAE. 2013c. [citado 28 oct 2013] Disponible en URL: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=348&conID=1853&pagID=3858>
- Mant J, Gill AB, Janes M, Hammond D. *Restoration of Rivers and Floodplains.* En: Van Andel J, Aronson J, eds. *Restoration Ecology: The New Frontier.* Second ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons; 2012. p. 214-232.
- MAVDT. Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; 2010. p. 124
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: our human planet - summary for decision makers.* Washington, D. C. : Island Press; 2005. p. 128.
- Meyer JL, Strayer DL, Wallace JB, Eggert SL, Helfman GS, Leonard NE. The Contribution of Headwater Streams to Biodiversity in River Networks. *J Am Water Resour As.* 2007;43(1):86-103.
- Murtinho F, Tague C, Bievre B, Eakin H, Lopez-Carr D. Water Scarcity in the Andes: A Comparison of Local Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Hum Ecol.* 2013a;41(5):667-681.
- Murtinho F, Eakin H, López-Carr D, Hayes TM. Does External Funding Help Adaptation? Evidence from Community-Based Water Management in the Colombian Andes. *Environ Manage.* 2013b;52(5):1103-1114.
- Naddeo V, Belgiorno V, Zarra T, Scannapieco D. Dynamic and embedded evaluation procedure for strategic environmental assessment. *Land Use Policy.* 2013; 31:605-612.
- Palacios-Lozano MT, Camacho A, Cammaert C, Rincón S, Guzmán L, Mejía SL, et al. Evaluación ambiental estratégica de políticas, planes y programas de biocombustibles en Colombia, con énfasis en biodiversidad. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008. p. 129.
- Partidário MR. Strategic environmental assessment: key issues emerging from recent practice. *Environ Impact Assess Rev.* 1996;16(1):31-55.
- Partidário MR. Elements of an SEA framework- improving the added-value of SEA. *Environ Impact Assess Rev.* 2000;20(6):647-663.
- Partidário MR, Gomes RC. Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment. *Environ Impact Assess Rev.* 2013;40:36-46.
- Peralta A, García JA, Johnson N. Dinámica y definición de pobreza en los Andes colombianos: enfoques participativos versus enfoques objetivos. *Desarrollo y Sociedad.* 2006;58:209-243.
- PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Manual de capacitación GEO para la realización de evaluaciones ambientales integrales y la elaboración de informes. Reino Unido: PNUMA e Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IIDS); 2007. p. 474.
- Postel S, Carpenter S. Freshwater Ecosystem Services. En: Daily GC, ed. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems.* Washington, D. C.: Island Press; 1997. p. 195-214.
- Rincón-Ruiz A, Kallis G. Caught in the middle, Colombia's war on drugs and its effects on forest and people. *Geoforum.* 2013;46:60-78.
- Rodríguez-Becerra M. La posible creación de mercados de agua y la gobernabilidad de este recurso en Colombia. Comentarios sobre el proyecto de ley del agua. *Revista de Ingeniería.* 2005;22:94-102.
- Rodríguez N, Armenteras D, Retana J. Effectiveness of protected areas in the Colombian Andes: deforestation, fire and land-use changes. *Reg Environ Change.* 2013;13(2):423-435.
- Roldán GA. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/Col. Medellín: Universidad de Antioquia, 2003. p. 170.
- Suárez N. Los desafíos de los POMCA en el contexto del ordenamiento y el desarrollo ambiental y territorial. Memorias del III foro sobre los retos del ordenamiento territorial en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales -IDEA. Boletín del Observatorio de Política Ambiental. 2007;3:16-22.
- Thérivel R, Caratti P, Partidário MDR, Theodórsdóttir ÁH,

- Tyldesley D. Writing strategic environmental assessment guidance. *Impact Assess Proj Apprais.* 2004;22(4):259-270.
- Vásquez-Sánchez E. Una disertación a propósito de la propuesta proyecto de ley de agua para Colombia. *Ensayos de Economía.* 2007;17(30):139-152.
- Vermillion DL, Garcés-Restrepo C. Results of management turnover in two irrigation districts in Colombia. Research Report 4. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI), 1996. p. 38.
- Wallace JS, Acreman MC, Sullivan CA. The sharing of water between society and ecosystems: from conflict to catchment-based co-management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2003;358(1440):2011-2026.
- Ward JV, Tockner K. Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biol.* 2001;46(6):807-819.
- Weng CN. Sustainable management of rivers in Malaysia: Involving all stakeholders. *Intl J River Basin Management.* 2005;3(3):147-162.
- WRI. World Resources Institute. *Ecosystem services - a guide for decision makers.* Washington, D. C.: World Resources Institute; 2008. p. 96.
- Zamudio-Rodríguez C. Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos. *Gestión y Ambiente.* 2012;15(3):99-112.
- Zhang J, Christensen P, Kørnøv L. Review of critical factors for SEA implementation. *Environ Impact Assess Rev.* 2013a;38:88-98.
- Zhang J, Kørnøv L, Christensen P. Critical factors for EIA implementation: Literature review and research options. *J Environ Manage.* 2013b;114:148-157.
- Zúñiga MC, Cardona W. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. En: Cantera J, Carvajal Y, Castro LM, eds. *Caudal Ambiental: Conceptos, Experiencias y Desafíos.* Cali: Programa Editorial Universidad del Valle; 2009. p. 167-196.