

Análisis de las metodologías de valoración empleadas en la inversión pública de proyectos medioambientales: evidencias y aplicaciones para Colombia

Lorenzo Portocarrero Sierra¹  , Jordi Morató Farreras²  , Juan Gabriel Vanegas O.³  

Recibido: 11 de marzo de 2019 Aprobado: 14 de abril de 2020 Actualizado: 27 junio de 2020

Doi: 10.17151/luaz.2020.51.2

RESUMEN

Las metodologías aplicadas en la evaluación de proyectos de inversión pública en temas medioambientales han ganado popularidad y han sido adoptadas en distintos contextos. En el documento se presenta un panorama general a nivel mundial, regional y local con el fin de direccionar los desafíos de estas aplicaciones para Colombia. Así, el objetivo es identificar las principales tendencias y las brechas que existen para la investigación futura en el país. Este trabajo emplea como metodología una revisión estructurada de la literatura de artículos publicados en revistas académicas en el periodo 1990-2018. La revisión expone interesantes hallazgos en cuanto a las propuestas y avances que muestran la combinación de metodologías, haciendo posible analizar sistémicamente la inversión pública en proyectos medioambientales. Por otro lado, se encontraron evidencias de que el tema aún es incipiente en Colombia, sin embargo, aporta una amplia aplicabilidad para sustentar la toma de decisiones fundamentadas adecuadamente.

Palabras clave: inversión pública, evaluación, metodologías, revisión de literatura, transformación socio-ambiental.

Analysis of the valuation methodologies used in public investment in environmental projects: evidence and applications for Colombia

ABSTRACT

The methodologies applied in the valuation of public investment projects on environmental issues have gained popularity and have been adopted in different contexts. This paper presents an overview at the global, regional and local levels in order to address the challenges of these applications for Colombia. Thus, the objective is to identify the main trends and gaps that exist for future research in the country. This work uses a structured literature review of articles published in

academic journals between 1990-2018 as the methodology. The review presents interesting findings regarding the proposals and advances that show the combination of methodologies making it possible to analyze systemically public investment in environmental projects. On the other hand, evidence was found that the issue is still incipient in Colombia. However, it provides broad applicability to support adequately informed decision-making.

Keywords: public investment, evaluation, methodologies, literature review, socio-environmental transformation.

Introducción

Los gobiernos del mundo inevitablemente han de establecer prioridades y tomar decisiones en torno a la asignación de los recursos limitados con que cuentan en la inversión pública. Este desafío es particularmente sensible cuando se incorporan dimensiones ambientales y de sustentabilidad que comprometen a las generaciones presentes y futuras en el uso adecuado y la distribución de dichos recursos (WCDE, 1987). Su consideración es necesaria en el ámbito de las políticas públicas, y si a esto se suma la existencia de déficits de financiación que involucran la proyección de recursos para las siguientes décadas, la complejidad en la toma de decisiones se incrementa ostensiblemente (Runhaar, Driessen & Uittenbroek, 2014). Así, los gobiernos se enfrentan de forma sistemática a la priorización y selección de propuestas de proyectos de transformación socio-ambiental y a la consecución de su presupuesto a través de fuentes alternativas de financiación.

El conjunto de herramientas académicas de apoyo a la toma de decisiones aplicadas en estos contextos presenta una serie de retos en la práctica real dada su complejidad, la especificidad de cada proyecto, los diversos grados de capacidad analítica y técnica, así como las diferencias en la calidad de los datos existentes a nivel de los gobiernos (Runhaar, Dieperink & Driessen, 2006; Liu, 2007). En esta línea argumentativa, el desafío consiste en identificar herramientas metodológicas que respondan a diferentes contextos, que sean adaptables para los formuladores de políticas y los gobiernos para el sustento de las decisiones de inversión. Tales marcos de decisión deben, sin embargo, superar las pruebas de la eficacia, la eficiencia y la legitimidad pública en la priorización de proyectos, garantizar a largo plazo la sostenibilidad de los activos y solvencia para la inversión privada (Calleros-Islas & Welsh-Rodriguez, 2015).

Un gran cuerpo de evidencia teórica y empírica reconoce la importancia de la calidad y eficiencia del gasto en la determinación de la productividad marginal de la inversión y su impacto en el crecimiento de la inversión (Barro, 1990). Esto pone en relieve la importancia de incluir los problemas en mención en los procesos de planificación y aplicación, y en la función del gobierno como coordinador y facilitador del desarrollo económico general. El objetivo central de la revisión

literaria consiste en resumir el estado del arte en el campo objeto de estudio como una base para la identificación de áreas en donde la investigación adicional sería beneficiosa.

La valoración de inversiones públicas enfrenta una serie de cuestiones: la falta de capacidad para el cálculo y observación de las tasas de retorno de los proyectos de infraestructura; la politización de la toma de decisiones, la transparencia y la rendición de problemas; las debilidades institucionales en la toma de decisiones; la falta de compromiso político en la aplicación de planes de desarrollo de infraestructura; los aspectos relacionados con la corrupción en la construcción de la infraestructura; problemas en la adquisición de los terrenos; la escasez de empresas de construcción locales; las capacidades y recursos; y debilidades institucionales y legales en la construcción de la infraestructura (Kenny, 2007; Dabla-Norris, Brumby, Kyobe, Mills & Papageorgiou, 2012).

Este artículo presenta un análisis de los estudios previos en la materia (Munda, 1996; Cameron, 1997; Joubert, Leiman, de Klerk, Katua & Aggenbach, 1997; Prato, 1999; Pope, Annandale & Morrison-Saunders, 2004; Almansa & Calatrava, 2007; Chen & Jim, 2010; Almansa & Martínez-Paz, 2011; Girard, Cerreta & De Toro, 2012; Honey-Rosés et al., 2013; Martínez-Paz, Pellicer-Martínez & Colino, 2014; Cinelli, Coles & Kirwan, 2014; Pujadas et al., 2017) considerando tres elementos claves: i) técnicas aplicadas a la evaluación de la inversión pública de proyectos medioambientales; ii) retos en la definición de las aproximaciones metodológicas, así como su validación en estudios de caso específicos; iii) inventario de las medidas, técnicas y operacionalización desde distintas áreas del conocimiento.

El trabajo se divide en cinco secciones incluyendo la sección introductoria. La sección dos presenta los materiales y métodos que siguió la revisión bibliográfica. La tercera parte contiene la identificación de metodologías en el campo estudiado. En cuarto lugar se presenta la discusión de resultados y, finalmente, como quinto punto, las conclusiones.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión literaria que, para este caso, comprende la revisión de estudios aplicados con metodologías empíricas en inversión pública de proyectos medioambientales y sus perspectivas para el caso colombiano. Para realizar la presente revisión de literatura se siguieron las directrices generales planteadas en Easterby-Smith, Thorpe & Lowe (2008). A continuación se discuten los países clave en la realización de la revisión de literatura: i) la estrategia de búsqueda y el análisis de contenido, ii) la selección de la temporalidad, iii) el tipo de fuentes documentales, y iv) la categorización con respecto a las áreas temáticas, así como metodologías de investigación identificadas.

Fuentes documentales

Una revisión sistemática sobre los modelos de evaluación de la inversión o capital público fue conducida para encontrar trabajos multidisciplinares publicados recientemente, principalmente en los siguientes aspectos: i) modelos de evaluación de la inversión pública en sentido macro, ii) modelo de evaluación en proyectos de inversión con un enfoque medioambiental, y iii) modelos de evaluación de la inversión pública en Colombia y Latinoamérica.

La [figura 1](#) muestra el proceso de revisión documental que se siguió. La meta-revisión analítica de este estudio comenzó con la búsqueda de la literatura empírica sobre estudios de metodologías aplicadas en la evaluación de proyectos de inversión. Con este fin se han utilizado varias bases de datos para minimizar la posibilidad de omitir estudios relevantes. Se establecieron criterios específicos para la selección de artículos: i) utilización de técnicas aplicadas en casos reales, b) estudios de carácter empírico, y c) el marco de tiempo de los estudios incluidos fue de 1990 a 2018. Además, la búsqueda de artículos se realizó en tres idiomas: inglés, español y portugués, y para el caso latinoamericano se incluyeron tesis de pregrado y posgrado, así como documentos de instituciones reconocidas, con el fin de no limitar la literatura revisada de artículos en revistas ya que reduciría considerablemente los artículos revisados dada la relativa infancia del campo de las metodologías de valoración empleadas en proyectos de inversión pública.

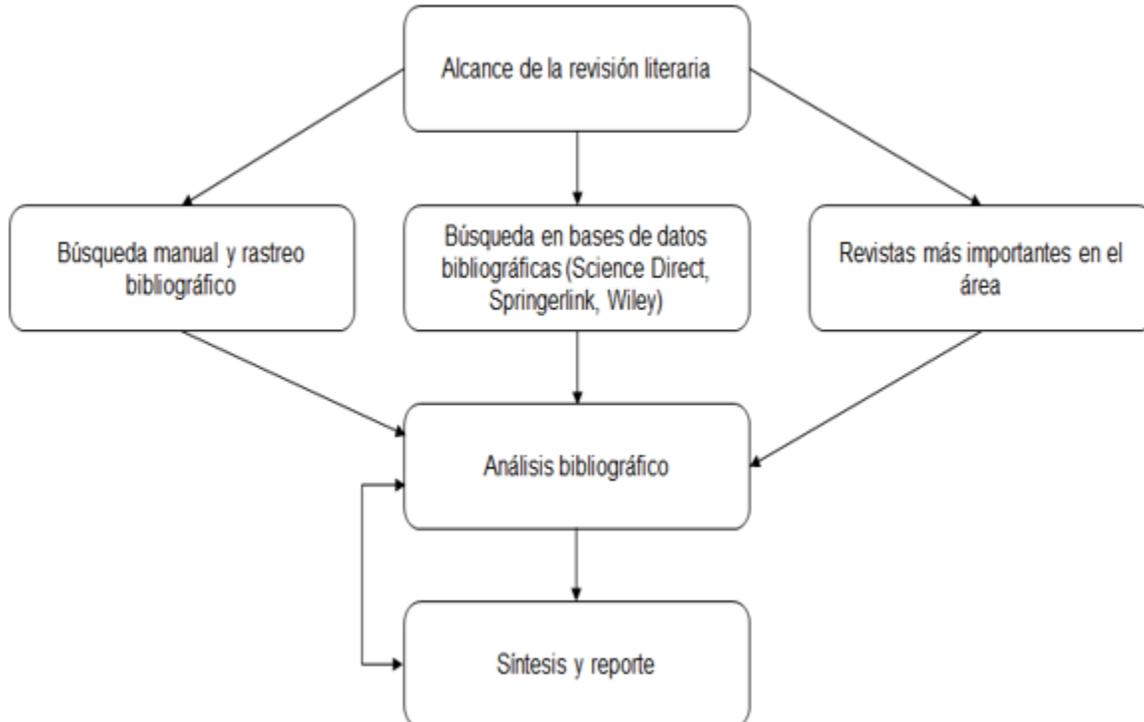


Figura 1. Etapas metodológicas

Fuente: los autores.

Estrategia de búsqueda

Una búsqueda exhaustiva de la investigación relacionada entre 1990 y 2018 fue aplicada para producir una síntesis de la literatura revisada. El inicio del período fue elegido considerando el informe de sostenibilidad presentado por la Comisión Brundtland (WCED, 1987). La estrategia de búsqueda se basó en una selección de bases de datos (*Scopus* y *Web of Science*), las palabras clave seleccionadas fueron "*public investment*", "*public capital*", "*environmental projects*"; después se combinó con "*sustainability*", "*evaluation methods*"; o una combinación de los siguientes: "*urban development projects*", "*urban sustainable development*". Estas palabras también se ingresaron en español y portugués en las bases seleccionadas más el *Google Scholar* para alcanzar la cobertura de estudios en Latinoamérica y Colombia.

Análisis de las herramientas aplicadas en la evaluación de proyectos de inversión pública

La toma de decisiones relacionada con proyectos de inversión pública sujeta a modelaciones en escenarios académicos no siempre es compatible con la práctica real. Los trabajos empíricos se centran típicamente en supuestos precisos y sofisticados para fundamentar adecuadamente el análisis de decisiones, confluyendo en escenarios donde la disponibilidad de la información es alta y los recursos analíticos cuentan con un grado importante de libertad. No obstante, en la práctica existen diversos grados de capacidad analítica y técnicas basadas en la calidad de los datos, así como las restricciones asociadas al tomador de decisiones. Luego, el desafío consiste en identificar herramientas alternativas para su uso en diferentes contextos, de forma tal que sean de mayor utilidad para los formuladores de políticas y a los gobiernos fundamentar sus decisiones de inversión.

Inversión pública en sentido general

Diversos tipos de metodologías aplicadas se emplean en los procesos evaluativos de proyectos de inversión, tanto públicos como privados. La elección metodológica de la valoración de la inversión pública viene condicionada por la incertidumbre. Arrow & Lind (1970) sostienen que la incertidumbre asociada con la tenencia de activos y la función de utilidad de los individuos hace que estos adapten sus expectativas en torno al valor esperado. Así, en los mercados privados los inversionistas no optarán por decisiones que les permitan maximizar el valor presente de los beneficios esperados, sino más bien por maximizar el valor presente de los retornos ajustados adecuadamente a las condiciones de riesgo. Es en este punto donde la evaluación de la inversión pública encara retos: la tasa de descuento a usar será la misma que aquella de los mercados privados. Varias posturas emergen ante esta situación dicotómica: i) si se trata el sector público diferente al privado tendrá como resultado una excesiva inversión en este sector en detrimento de las inversiones privadas que produzcan beneficios mayores, por lo que el riesgo debería ser

descontado de la misma forma para inversiones públicas como privadas; ii) los criterios utilizados en la evaluación de las inversiones gubernamentales deberán ser diferentes a la de los mercados privados, dado que el gobierno puede responder mejor a la incertidumbre que los privados; iii) el tiempo y preferencias de riesgo relevantes para acciones de gobierno deberían establecerse como un asunto de política nacional ya que las preferencias individuales no actúan como predictoras del comportamiento del mercado de trascendencia normativa en las decisiones de inversión del gobierno.

La importancia en la calidad y eficiencia del gasto en inversión pública constituye un elemento que da por sentado un espacio fiscal adicional para realizar inversión productiva. Lo anterior deriva en que la formulación de políticas públicas que enmarcan las dimensiones de los recursos ambientales y el medio ambiente considera dos elementos de equidad: la intergeneracional y la intrageneracional, dada la incidencia de las generaciones actuales en la generación de externalidades negativas sobre los ecosistemas (Sadoulet & de Janvry, 1995). Ahora bien, en países en vía de desarrollo algunos autores argumentan que existen falencias a la hora de reconocer la naturaleza de creación de valor de la inversión y los intercambios intergeneracionales que esta acarrea en el tiempo al minar el crecimiento de un país (Easterly, Irwin & Servén, 2008; Collier & Venables, 2008).

Aquí la evaluación de la efectividad de la inversión pública se identifica como punto crítico. A nivel macro, su medición y evaluación sistemática ha generado diversos debates y propuestas. Un estudio reciente toma esta base y avanza para estimar la fracción de la inversión pública que se traduce en un capital productivo real, y sugieren que, en los países en desarrollo, en promedio, solo la mitad de la inversión pública se traduce en capital (Gupta, Kangur, Papageorgiou & Wane, 2014). Así las cosas, en las diversas etapas de la inversión pública se muestra que los países de bajos ingresos presentan ligeramente dificultades en selección y evaluación de proyectos, pero también resaltan en el proceso de aplicación frente a los países de ingreso medio. A nivel micro, se encuentran las propuestas de Kuo & Lu (2013) y Kiliç & Kaya (2015), donde mediante técnicas multicriterio difusas evalúan los factores de riesgo asociados a la construcción del metro en Taipei y las dimensiones de un programa de apoyo financiero para aumentar la competitividad de las pymes en una región turca, respectivamente; así como Pujadas et al. (2017) en la propuesta de un índice evaluativo de la inversión pública en Barcelona, mediante la utilización del proceso de análisis jerárquico.

Desde el punto de vista de los organismos internacionales se encuentran varios ejercicios que muestran la evaluación de los recursos financieros en el contexto público. Así, por ejemplo, desde el Fondo Monetario Internacional (IMF), Dabla-Norris et al. (2012) proporcionan un índice para evaluar la gestión de la inversión pública, el cual está constituido principalmente sobre la base de gestión de las inversiones, la contratación pública, el gasto público y la responsabilidad financiera; ello mediado por un proceso que comprende cuatro dimensiones: i) orientación estratégica y la evaluación de proyectos, ii) la selección de los proyectos, iii) la gestión y ejecución del proyecto, y iv) la evaluación de proyectos y su auditoría. En términos concretos el IMF (2015) ha propuesto la

metodología *Public Investment Management Assessment* (PIMA) para hacer que la inversión pública sea más eficiente al evaluar un conjunto de 15 variables en tres dimensiones latentes: planeación, asignación e implementación; ello, mediante la incorporación de elementos en los marcos fiscales macroeconómicos, la integración de la planificación presupuestaria de las inversiones en el mediano plazo, la coordinación de la inversión pública en todos los niveles de gobierno y la participación del sector privado en la provisión de infraestructura pública.

En el caso del Banco Mundial, Rajaram, Kaiser, Le, Kim & Frank (2014) diseñan un arreglo denominado *System of Public Investment Management Assessment* (SPIM), en el cual se propone como punto de partida la consistencia del proyecto con los objetivos estratégicos gubernamentales, así como pruebas de clasificación presupuestaria para la inclusión en los planes de gastos. Este proceso se lleva a cabo en ocho etapas programáticas, las cuales en un primer momento dan cuenta del diseño y selección de proyectos (orientación, evaluación, revisión, selección) y, posteriormente, en la implementación que deriva en los compromisos y las inversiones a largo plazo en la capacidad técnica y administrativa (implementación, ajuste, operación y evaluación). En un estudio reciente, Marcelo, Mandri-Perrott, House & Schwartz (2016) proponen una forma particular de priorización en el caso de proyectos de infraestructura basado en decisiones multicriterio que contemplan las dimensiones socio-ambiental y económica-financiera.

Inversión pública en proyectos con énfasis ambiental

En proyectos ambientales que consideran la evaluación de los recursos naturales, sobresalen varias técnicas como alternativas de valoración. Beierle (1999) afirma que los tomadores de decisiones en el concierto público se enfrentan continuamente a retos, más aún en el plano ambiental dado que involucra aspectos técnicos complejos, una gran carga moral e intereses múltiples que operan en escenarios de conflicto y desconfianza. La dimensión económica del valor es tan solo una de las múltiples dimensiones asociadas a los entornos ambientales (Villa, Ceroni & Krivov, 2007). Así, se encuentran desde los métodos tradicionales de preferencias reveladas que incluyen versiones de precios hedónicos o costos de viajes (Munda, 1996; Poor, Pessagno & Paul, 2007; Chen & Jim, 2010; Plant, Rambaldi & Sipe, 2017); métodos de costeo como costos de reemplazo, costos evitados o análisis costo-beneficio que incluyen valoraciones contingentes y otras métricas de apoyo (Cameron, 1997; Almansa & Calatrava, 2007; Almansa & Martínez-Paz, 2011; Honey-Rosés et al., 2013; Martínez-Paz et al., 2014; Garcia & Pargament, 2015; Atkinson, Groom, Hanley & Mourato, 2018); evaluación de impactos ambientales (Pope et al., 2004; Ness, Urbel-Piirsalu, Anderberg & Olsson, 2007). De igual manera, se encuentran las técnicas multicriterio (Joubert et al., 1997; Prato, 1999; Cinelli et al., 2014; Ameyaw & Chan, 2015; De Mare, Granata & Nesticò, 2015; Pujadas et al., 2017; Portocarrero, Morató y Vanegas, 2018); y también técnicas basadas en sistemas de información geográficos (Joerin, Thériault & Musy, 2001; Girard et al., 2012; Mosadeghi, Warnken, Tomlinson & Mirfenderesk, 2015).

Lo anterior muestra que las herramientas tradicionales de valoración como el análisis costo beneficio (CBA) y las valoraciones contingentes necesitan de técnicas complementarias que permitan una visión más sistémica del problema de valoración de proyectos ambientales en el proceso decisorio de la inversión pública. Varios trabajos exhiben las complementariedades metodológicas. Así, Anagnostopoulou & Petalou (2011) emplean el CBA junto a técnicas multicriterio difusas para evaluar proyectos de irrigación de tierras, situación también desarrollada por Clintworth, Boulougouris & Lee (2018) para el caso de proyectos marítimos. Otros ejercicios como el de Mosadeghi et al. (2015) realizan una comparación de ese tipo de técnicas, pero combinándolos con sistemas de información geográficos en la planeación de los usos del suelo; mientras que López-Iglesias, Peon & Rodríguez-Alvarez (2018) emplean técnicas de análisis de decisiones junto con modelos de gravedad para la evaluación de alternativas de movilidad sostenible en áreas rurales.

Dentro de los enfoques de la evaluación de proyectos de conservación de los recursos naturales se destaca la propuesta de Joubert et al. (1997) donde realizan un análisis comparativo entre las técnicas multicriterio (MCDM) y el análisis costo beneficio (CBA) aplicado al suministro del servicio de acueducto en la formación vegetal ubicada en una región surafricana. También, Prato (1999) desde el enfoque de decisión bajo múltiples atributos propone un marco evaluativo para la toma de decisiones en problemas asociados a los sistemas de gestión de los recursos del suelo y el agua. Nijkamp, Van Der Burch & Vindigni (2002) emplean técnicas difusas sobre una base de comparación de rasgos cualitativos de varias alianzas público-privadas (PPP) en proyectos de revitalización y transformación urbana, identificando varios factores críticos de éxito en la reestructuración urbana holandesa. En el trabajo desarrollado por Pannell et al (2012) se propone un ejercicio de valoración que puede ser usado para la restauración de activos naturales, aunque múltiples acciones de conservación a gran escala pueden ser evaluadas. Por su parte, en el trabajo de Martínez-Paz et al. (2014) se hace uso del CBA combinado con métodos de simulación probabilística para evaluar la rentabilidad socioeconómica de un proyecto de rehabilitación ambiental en Murcia. Ameyaw & Chan (2015) evalúan y priorizan diversos factores de riesgos asociados a la gestión de proyectos de agua de PPP en una región africana.

Obviamente, cada método parte de supuestos que encarnan limitaciones a la hora de evaluar los resultados. Existen varias revisiones documentales alrededor de la temática que realizan distintas exposiciones críticas a las metodologías empleadas en la evaluación de proyectos públicos. Estas presentan enfoques que van hacia el desarrollo regional (Gasparatos, El-Haram & Horner, 2008), la sostenibilidad ambiental (Baranauskiene & Alekneviciene, 2014; Sala, Ciuffo & Nijkamp, 2015) y las estrategias de sostenibilidad de proyectos (Aarseth, Ahola, Aaltonen, Økland & Andersen, 2017). Por un lado, Gasparatos et al. (2008) brinda elementos claves a la hora de escoger métodos para evaluar la sostenibilidad desde perspectivas monetarias, biofísicas, indicadores e índices compuestos. Por su parte, Baranauskiene & Alekneviciene (2014) abordan su revisión en la perspectiva evaluativa de la inversión pública, encontrando dos elementos en particular como los principales impedimentos de las técnicas más usadas para este fin: i) complicada valoración de los

beneficios sociales, y ii) determinación de tasa social de descuento. Por su parte, Sala et al. (2015) plantean que la evaluación de la sostenibilidad presenta tres elementos diferenciales: lo ontológico, lo metodológico y lo epistemológico, donde las metodologías, modelos e indicadores de evaluación presentan múltiples escalas y propósitos. Para terminar, Aarseth et al. (2017) se enfocan en la gestión de proyectos y la producción sostenible, encontrando que la sostenibilidad del proyecto se aproxima desde dos dimensiones: la perspectiva organizacional cuyo resultado final es la entrega de un activo, mientras que la segunda se basa en la organización ejecutora que se encarga de la operación del proyecto en sus impactos.

Inversión pública en Colombia

A nivel de estudios aplicados para el caso colombiano se encuentran diversos tipos de ejercicios alrededor de la evaluación de proyectos que combinan, bien sea la inversión de recursos públicos o la parte medioambiental.

Polanco (2009) desarrolla un análisis bajo múltiples objetivos al problema de asignación de recursos financieros para la protección del bosque en el contexto del Sistema de Páramos Altoandinos de Antioquia, Colombia. Mediante la combinación de dos metodologías, por un lado, el análisis de componentes principales en las dimensiones de desarrollo socioeconómico y protección ambiental, y, por otro lado, la clasificación jerárquica, encuentra que “la frontera agropecuaria avanza hacia el bosque esencialmente en los municipios “ricos” y/o cercanos a Medellín: Belmira, San Pedro de los Milagros y Olaya. Es allí donde la asignación de recursos para la protección ambiental podría ser privilegiada” (p.57).

Por su parte, Carvajal y Vélez (2014) proponen una evaluación económica y social para el análisis de casos de proyectos no viables desde la óptica financiera en zonas no interconectadas al servicio de energía eléctrica. De esta manera, las empresas pueden contar con información para hacer un uso óptimo de los recursos públicos en la selección de proyectos basados en la incidencia que estos puedan tener en la población. Sus resultados se resumen en que mediante el uso de

Indicadores sociales y económicos que permiten calificar y priorizar los proyectos energéticos que no son viables desde el punto de vista financiero. Los indicadores calculados permiten dar a los encargados de la toma de decisiones nuevas herramientas para la asignación eficiente de recursos del Estado. (Carvajal y Vélez, 2014, p. 247)

Otro de los ejercicios registrados en la literatura académica colombiana evalúa las técnicas de evaluación utilizadas en proyectos agrícolas que involucran indicadores financieros, económicos, sociales y ambientales (Rosales et al., 2007). Los autores destacan que los componentes sociales y ambientales aparecen marginalmente en las evaluaciones, y que gran parte de los proyectos solo incluyen evaluaciones financieras tradicionales con indicadores de armado simple, flujo de fondos, horizontes temporales, Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio

Costo (RBC) y análisis de sensibilidad. En este trabajo, se presenta una aplicación a un proyecto específico de adecuación de tierras en el Meta, Colombia (Ariari), donde se complementa el proceso evaluativo al incluir modelos de riesgos que permiten mejorar las estimaciones y sesgos en los datos; así se incluyen modelos de probabilidades, modelo de valoración de activos financieros o Capital Asset Pricing Model (CAPM), simulación histórica, varianza y covarianza, promedios móviles ponderados y simulaciones Monte Carlo.

También se han encontrado una serie de trabajos de investigaciones universitarias en los niveles de pregrado, maestría y doctorado que han realizado ejercicios evaluativos en problemáticas medioambientales. Vargas (2003, 2005) propone una evaluación multicriterio social en la gestión forestal en Colombia, dado que bajo los lineamientos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente no es posible alcanzar una ordenación forestal disponible; la propuesta de la autora se basó en 7 criterios y 49 indicadores. En el trabajo de Fuentes y Serrano (2006) se realiza una valoración socioeconómica con técnicas multicriterio al problema de manejo de residuos sólidos en Barrancabermeja. Por su parte, Hurtado (2014) lleva a cabo un estudio de prefactibilidad mediante un análisis costo-efectividad para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en Cali. Otra aproximación realizada para el caso de corredores urbanos en la ciudad de Medellín fue expuesta por Galeano (2009), donde se evalúa la pertinencia de la inversión pública y la percepción de la comunidad en esos corredores urbanos. Otro de los ejercicios evaluativos fue desarrollado por Ospina (2012), donde mediante técnicas multicriterio y programación lineal llevan a cabo una valoración económica de activos ambientales en el parque ecológico Los Yarumos, encontrando un valor cuantitativo de los servicios que presta ese activo para la definición de estrategias de conservación.

Finalmente, en cuanto a la aplicación de las técnicas multicriterio en la sostenibilidad ambiental, Chaves (2011) evalúa para sistemas agropecuarios en el Páramo de Guerrero 43 criterios de valoración, donde se encuentra que estos sistemas no han generado los beneficios esperados a la comunidad. Entretanto, Beltran (2014) evalúa sistemas productivos utilizando un enfoque de sostenibilidad en la Orinoquía partiendo de técnicas Delphi y multicriterio para llegar a un modelo de gestión sostenible de los recursos naturales. Recientemente, Portocarrero et al. (2018) mediante un método de análisis jerárquico aplicado al proyecto Morro de Moravia en Medellín, evalúan distintas dimensiones de la sostenibilidad, los cuales involucran lo financiero, económico, ambiental y social, mostrando que existe una “importancia muy fuerte o demostrada” de la dimensión ambiental sobre la dimensión financiera.

Resultados y discusión

Las secciones previas mostraron las distintas perspectivas metodológicas seguidas en la evaluación de la inversión pública en proyectos o programas de transformación medioambiental. El panorama general muestra que en la región se adopta este conjunto de herramientas empíricas, las cuales han sido incorporadas en los organismos evaluativos de la región, tales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Las técnicas van desde enfoques de eficiencia, distribución, cálculo de beneficios, precios y costos sociales, evaluación de impactos y multicriterio, ligadas a los procesos de planificación de gestión pública en la región (Contreras, 2004; Pacheco y Contreras, 2008). Ahora bien, dicho andamiaje aún se encuentra en proceso de adaptación, situación expuesta por Rondón & Alfonso (2010), quienes plantean que si bien el desarrollo económico y social debe guiarse bajo los parámetros del desarrollo sostenible, su aplicabilidad en los contextos latinoamericanos exhibe saltos cuantitativos y cualitativos a la hora de su aplicabilidad práctica.

La gran variedad de factores que concurren en la evaluación de la inversión en proyectos de carácter ambiental muestra la complejidad del abordaje de esta problemática. Aunque el análisis de costo-beneficio (ACB) ha sido ampliamente aplicado en la evaluación de proyectos en sentido general, como en aquellos que contemplan afectaciones a los recursos naturales, varios autores consideran esta técnica como inapropiada para la evaluación de inversiones que generan externalidades ambientales y sociales (Joubert et al., 1997; Prato, 1999; Mendoza & Martins, 2006). Las dos principales limitaciones que destacan este grupo de autores son: i) los valores deben expresarse en unidades monetarias, y ii) descontar los costos y beneficios en ambientes de incertidumbre y horizontes temporales de largo plazo. Luego, el tema de la asignación de valores monetarios a los beneficios, materializado en el monto actual neto de la inversión, así como la reducción en la multiplicidad de criterios y objetivos en los que se basa la toma de decisiones para un solo criterio monetario, aparecen como una de las principales dificultades dado el sesgo que se introduce en su cuantificación.

La creciente importancia de la consideración de aspectos medioambientales y el grado de concienciación en torno a dichos temas, enmarcados en el discurso del desarrollo sostenible y la necesidad de su adecuada valoración, hace de este un contenido particularmente interesante y de actualidad para el país, para los formuladores de políticas públicas y los tomadores de decisiones (Calleros-Islas y Rodríguez-Welsh, 2015). La revisión realizada contribuye a la cantidad creciente de literatura sobre la sostenibilidad, buscando así proporcionar información útil sobre la aplicabilidad metodológica y sus problemas relacionados con la correcta focalización de los recursos públicos en proyectos de transformación socio-ambiental. Una discrepancia observada entre los métodos tradicionales de costo-beneficio y las técnicas multicriterio ha sido revisada por varios autores (Gasparatos et al., 2008; Baranauskiene & Alekneviciene, 2014; Kleeberg, Schneider & Nippa, 2015) señalando sus pros, contras y complementariedades metodológicas. No obstante, no hay unanimidad absoluta y unicidad en la solución del problema. Más bien, existen una serie de

metodologías que, desde otros campos del conocimiento, enriquecen las formas evaluativas de la inversión pública en esta área y, por lo tanto, múltiples formas de modelar el apoyo a los tomadores de decisiones de una forma más sistémica.

En este sentido, la complementariedad explicativa entre diversas técnicas debe darse para subsanar las limitaciones individuales en diversas etapas de la valoración que exhiben estas. En la sección previa, la revisión de estudios aplicados en la valoración de la inversión pública ambiental muestra la gran variedad de criterios e indicadores existentes. Así, las diferencias entre las metodologías surgen cuando se trata de la selección de criterios e indicadores específicos para la medición, los cuales tienden a variar con el tipo de proyecto evaluado y si la evaluación de los impactos se aplica a escala local, regional o nacional.

Una cuestión fundamental derivada de esta revisión da cuenta de la importancia que tienen las técnicas de evaluación en la distribución de los recursos financieros públicos. La complejidad asociada a los proyectos de transformación socio-ambiental debe ser cuidadosamente evaluada. La correcta evaluación de la inversión en este tipo de proyectos puede lograr grandes ahorros, tanto para las generaciones presentes como para las futuras.

Otro punto crucial que ocurre en el proceso de toma de decisiones tiene que ver con la selección de la técnica o herramienta más adecuada para ser utilizada en cada caso particular bajo estudio. Ahora bien, no existe ninguna norma genérica o fórmula mágica para la elección de un determinado método como los referenciados previamente en la evaluación de los recursos públicos en proyectos ambientales. Uno de los criterios considerados es la experticia de los responsables de la toma de decisiones, la disponibilidad de software adecuado o la necesidad inherente en la valoración, que van desde la ordenación de alternativas, en cuyo caso son habitualmente empleados el método de eliminación y elección para representar la realidad (ELECTRE) y el método de organización por orden de preferencia para la evaluación enriquecida (PROMETHEE); y también donde el interés se centra en la identificación de un único óptimo, situación donde el proceso de análisis jerárquico (AHP) es generalmente preferido. No obstante, muchas veces dada la imprecisión de la información es necesario combinar métodos, caso donde las técnicas difusas se unen al proceso de elección para formar conjuntos decisorios con mayor robustez.

En síntesis, uno de los aspectos más críticos en cualquier problema de estudio que involucra múltiples dimensiones y escalas es la selección de los criterios específicos que pueden ser empleados en el proceso de toma de decisiones. Dichos criterios dependen tanto de la naturaleza del problema en estudio, así como de los flujos de información requeridos. En ese sentido, en el análisis de la inversión pública se utilizan distintos criterios con el fin de determinar su asignación óptima. Más específicamente, con respecto a los proyectos de transformación socio ambiental resulta obvio que el coste y el impacto que generarían actúan en dominancia a los criterios evaluativos seleccionados. En contraste, los criterios técnicos, que dan cuenta del proceso de apoyo a la toma de decisiones muchas veces no se hacen explícitos o no son considerados en la mayoría

de los estudios. En consecuencia, para la evaluación óptima de la inversión, el costo y el impacto se consideran parámetros fijos en muchos de los casos revisados.

Conclusiones

El objetivo del presente trabajo fue revisar el estado actual de la literatura referente a la evaluación de proyectos de inversión pública, en particular aquellos que involucran problemáticas medioambientales y con base en esa revisión identificar la situación y perspectivas para Colombia.

La revisión comprendió más de 60 artículos y documentos académicos de corte empírico en donde se mostrará la aplicabilidad de distintos tipos de técnicas a la hora de evaluar los recursos públicos. Se encuentra una variedad de enfoques, aunque dentro de las técnicas más comunes sobresalen el análisis costo-beneficio y los métodos multicriterio. Estas técnicas inicialmente se usaban de forma separada, pero en los últimos años se encuentran combinaciones que permiten un enfoque multidimensional y sistémico.

Más allá de los hallazgos alcanzados, la brecha continúa abierta y futuros tópicos de investigación podrían emerger para permitir un diálogo entre la investigación empírica y los distintos contextos de aplicabilidad. La idea es que generen una fundamentación teórica y práctica para avanzar en la frontera del conocimiento que emerge desde contextos en países en desarrollo.

El abordaje exploratorio sobre las propuestas metodológicas utilizadas en la evaluación de la inversión pública en proyectos medioambientales parte no solo de la multiplicidad de factores que afectan el correcto desarrollo de este tipo de proyectos, sino también de la disponibilidad y tipo de información que arroja la evaluación. De esta manera, se han encontrado algunos vacíos en la literatura, especialmente cuando se trata de problemáticas ambientales. En este sentido, el enfoque sistémico permite integrar las opiniones y expectativas del conjunto de actores interviniente en la evaluación de recursos públicos.

Además, el campo de acción para el país es amplio, y los tomadores de decisiones públicas deberán internalizar metodologías compuestas para evaluar y gestionar los recursos que se invierten, dando como resultado el establecimiento de sistemas de gestión y el desarrollo de indicadores de resultados evolutivos de optimización de los recursos financieros.

Limitaciones

El presente trabajo tiene varias limitaciones. En primer lugar, el filtro de búsqueda utilizado para obtener estudios pertinentes fue dirigido por el hecho de que muchos de los estudios se centran en

el mundo desarrollado. Si bien es cierto, la mayoría se enfoca principalmente en este grupo de países, se revisaron otros trabajos que incluyen algunas naciones en desarrollo. La inclusión de artículos pertinentes para la revisión adelantada priorizó aquellos con un enfoque centrado en las problemáticas del medio ambiente, sin desconocer que existen otras áreas de actuación de metodologías aplicadas a la evaluación de la inversión pública.

En segundo lugar, la búsqueda se centró en bases de datos que incluyen las revistas más importantes en el campo, que poseen indexación y factor de impacto, pero obviamente pueden existir otras revistas relevantes que no pudieron ser examinadas con rigor o no aparecen en los resultados principales de los filtros de búsqueda llevados a cabo. Por lo tanto, la revisión adelantada es solo una medida para identificar artículos pertinentes, que fue enriquecida por búsquedas por palabra clave y operadores de búsqueda especializados para dar cuenta de artículos con mayor pertinencia; En este sentido, existe integralidad de los artículos que fueron incluidos en este trabajo.

En tercer lugar, el análisis se concentra exclusivamente en la aplicabilidad hacia una problemática específica, por lo que excluye el conocimiento obtenido por los estudios que se centran en otros problemas pertinentes en el contexto de la inversión pública. En consecuencia, la revisión no pretende ser ampliada, sino focalizada en complementar los conocimientos generados por los artículos de revisión específica de la inversión pública centrada en proyectos de transformación socio-ambiental.

Potencial conflicto de intereses

No se declaran conflicto de intereses.

Fuentes de financiación

El presente trabajo se realizó con financiación propia de los autores.

Referencias

Aarseth, W., Ahola, T., Aaltonen, K., Økland, A. & Andersen, B. (2017). Project sustainability strategies: A systematic literature review. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1071-1083.

- Almansa, C. & Calatrava, J. (2007). Reconciling sustainability and discounting in Cost–Benefit Analysis: A methodological proposal. *Ecological economics*, 60(4), 712-725.
- Almansa, C. & Martínez-Paz, J. (2011). What weight should be assigned to future environmental impacts? A probabilistic cost benefit analysis using recent advances on discounting. *Science of the Total Environment*, 409(7), 1305-1314.
- Ameyaw, E. E. & Chan, A. P. (2015). Evaluation and ranking of risk factors in public–private partnership water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic evaluation approach. *Expert Systems with Applications*, 42(12), 5102-5116.
- Anagnostopoulos, K. & Petalas, C. (2011). A fuzzy multicriteria benefit–cost approach for irrigation projects evaluation. *Agricultural Water Management*, 98(9), 1409-1416.
- Atkinson, G., Groom, B., Hanley, N., & Mourato, S. (2018). Environmental valuation and benefit-cost analysis in UK policy. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 9(1), 97-119.
- Baranauskiene, J. & Alekneviene, V. (2014). Valuation of Public Projects for Regional Development: Critical Approach. *Economics and Rural Development*, 10(2), 16-24.
- Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. *Journal of Political Economy*, 98(5), S103-S125.
- Beierle, T. C. (1999). Using social goals to evaluate public participation in environmental decisions. *Review of Policy Research*, 16(3-4), 75-103.
- Beltran, D. (2014). *Gestión sostenible de los recursos ambientales en el Alto Orinoco: identificación y evaluación de alternativas productivas* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Calleros-Islas, A. & Welsh-Rodriguez, C. (2015). Sustainability in practice: integrated assessment to support policy and decision-making processes. *Ecosystems and Sustainable Development X*, 192, 393.
- Carvajal, C. y Vélez, D. (2015). Priorización de proyectos inviables financieramente en zonas no interconectadas mediante la evaluación económica y social. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(32), 237-248.

- Chaves, J. (2011). *Análisis multicriterio de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos agropecuarios presentes en la alta montaña del complejo Páramo de Guerrero* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Chen, W. & Jim, C. (2010). Amenities and disamenities: a hedonic analysis of the heterogeneous urban landscape in Shenzhen (China). *The Geographical Journal*, 176 (3), 227-240.
- Cinelli, M., Coles, S. & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46, 138-148.
- Clintworth, M., Boulougouris, E. & Lee, B. (2018). Combining multicriteria decision analysis and cost-benefit analysis in the assessment of maritime projects financed by the European Investment Bank. *Maritime Economics & Logistics*, 20(1), 29-47.
- Collier, P. & Venables, A. J. (2008). *Managing resource revenues: lessons for low income countries*. Recovered from [Link](#).
- Contreras, E. (2004). Evaluación Social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica. CEPAL - *Serie Manuales*, 37.
- Crecente, R., Alvarez, C. & Fra, U. (2002). Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia. *Land use policy*, 19(2), 135-147.
- Dabla-Norris, E., Brumby, J., Kyobe, A., Mills, Z. & Papageorgiou, C. (2012). Investing in public investment: an index of public investment efficiency. *Journal of Economic Growth*, 17 (3), 235-266.
- De Mare, G., Granata, M. & Nesticò, A. (2015). Weak and strong compensation for the prioritization of public investments: multidimensional analysis for pools. *Sustainability*, 7(12), 16022-16038.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Lowe, A. (2008). *Management Research*. Los Angeles: SAGE (Sage Series in Management Research).
- Easterly, W., Irwin, T. & Servén, L. (2008). Walking up the down escalator: Public investment and fiscal stability. *The World Bank Research Observer*, 23(1), 37-56.
- Fuentes, L. y Serrano, A. (2006). *Valoración económica de los impactos socioeconómicos y ambientales ocasionados por el manejo de los residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario "La Esmeralda" del municipio de Barrancabermeja: aplicación del método*

- multicriterio** (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Galeano, L. (2009). *Evaluación de la inversión pública realizada en las áreas verdes urbanas del corredor ecológico San Lucas-Belén Rincón* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- García, X. & Pargament, D. (2015). Reusing wastewater to cope with water scarcity: Economic, social and environmental considerations for decision-making. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 154-166.
- Gasparatos, A., El-Haram, M. & Horner, M. (2008). A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 28 (4), 286-311.
- Girard, L., Cerreta, M. & De Toro, P. (2012). Analytic hierarchy process (AHP) and geographical information systems (GIS): an integrated spatial assessment for planning strategic choices. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 4(1).
- Gupta, S., Kangur, A., Papageorgiou, C. & Wane, A. (2014). Efficiency-adjusted public capital and growth. *World Development*, 57, 164-178.
- Honey-Rosés, J., Acuña, V., Bardina, M., Brozović, N., Marcé, R., Munné, A. & Schneider, D. (2013). Examining the demand for ecosystem services: the value of stream restoration for drinking water treatment managers in the Llobregat River, Spain. *Ecological Economics*, 90, 196-205.
- Hoogmartens, R., Van Passel, S., Van Acker, K. & Dubois, M. (2014). Bridging the gap between LCA, LCC and CBA as sustainability assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 48, 27-33.
- Hurtado, C. (2014). *Análisis de alternativas de solución al problema de discontinuidad en el servicio de agua potable en Cali. Estudio de pre-factibilidad de la planta regional de biorremediación de aguas residuales* (tesis de pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- International Monetary Fund, IMF. (2015). *Making Public Investment more Efficient*. Recovered from <http://www.imf.org/external/pp/ppindex.aspx>.
- Joerin, F., Thériault, M. & Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical information science*, 15 (2), 153-174.

- Joubert, A. R., Leiman, A., de Klerk, H. M., Katua, S. & Aggenbach, J. C. (1997). Fynbos (fine bush) vegetation and the supply of water: a comparison of multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis. *Ecological economics*, 22(2), 123-140.
- Kenny, C. (2007). Infrastructure governance and corruption: where next? *Policy Research Working Paper*, 4331, 1-32.
- Kiliç, M. & Kaya, İ. (2015). Investment project evaluation by a decision making methodology based on type-2 fuzzy sets. *Applied Soft Computing*, 27, 399-410.
- Kleeberg, K., Schneider, K., & Nippa, M. (2015). Methods for Measuring and Evaluating Sustainability: State-of-the Art, Challenges, and Future Developments. En J. Yan (Ed.), *Handbook of Clean Energy Systems* (p. 1-26). London: Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Kuo, Y. & Lu, S. (2013). Using fuzzy multiple criteria decision making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects. *International Journal of Project Management*, 31(4), 602-614.
- Liu, K. (2007). Evaluating Environmental Sustainability: An Integration of Multiple-Criteria Decision-Making and Fuzzy Logic. *Environmental Management*, 39(5), 721–736.
- López-Iglesias, E., Peon, D. & Rodriguez-Alvarez, J. (2018). Mobility innovations for sustainability and cohesion of rural areas: A transport model and public investment analysis for Valdeorras (Galicia, Spain). *Journal of Cleaner Production*, 172, 3520-3534.
- Maass, A. (1966). Benefit-cost analysis: its relevance to public investment decisions. *The Quarterly Journal of Economics*, 80 (2), 208-226.
- Marcelo, D., Mandri-Perrott, X. C., House, S. & Schwartz, J. (2016). Prioritizing Infrastructure Investment: A Framework for Government Decision-Making. *Policy Research Working Paper*, 7674.
- Martínez-Paz, J., Pellicer-Martínez, F. & Colino, J. (2014). A probabilistic approach for the socioeconomic assessment of urban river rehabilitation projects. *Land Use Policy*, 36, 468-477.
- Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R. & Mirfenderesk, H. (2015). Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 54-65.

- Munda, G. (1996). Cost-benefit analysis in integrated environmental assessment: some methodological issues. *Ecological economics*, 19(2), 157-168.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S. & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological economics*, 60 (3), 498-508.
- Nijkamp, P., Van Der Burch, M. & Vindigni, G. (2002). A comparative institutional evaluation of public-private partnerships in Dutch urban land-use and revitalisation projects. *Urban studies*, 39 (10), 1865-1880.
- Ospina, M. (2012). *Aplicación del modelo multicriterio metodologías AHP Y GP para la valoración económica de los activos ambientales* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Pacheco, J. & Contreras, E. (2008). Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. *Cepal - Serie Manuales*, 58.
- Pannell, D., Roberts, A., Park, G., Alexander, J., Curatolo, A. & Marsh, S. (2012). Integrated assessment of public investment in land-use change to protect environmental assets in Australia. *Land Use Policy*, 29 (2), 377-387.
- Plant, L., Rambaldi, A. & Sipe, N. (2017). Evaluating revealed preferences for street tree cover targets: a business case for collaborative investment in Leafier Streetscapes in Brisbane, Australia. *Ecological Economics*, 134, 238-249.
- Polanco, J. (2009). Formulación de un Análisis Multiobjetivo para la Toma de Decisiones Ambientales en Andes Colombianos. *Dyna*, 76 (157), 49-60.
- Poor, P., Pessagno, K. & Paul, R. (2007). Exploring the hedonic value of ambient water quality: a local watershed-based study. *Ecological Economics*, 60 (4), 797-806.
- Pope, J., Annandale, D. & Morrison-Saunders, A. (2004). Conceptualising sustainability assessment. *Environmental impact assessment review*, 24(6), 595-616.
- Portocarrero, L., Morató, J. & Vanegas. (2018). A multicriteria decision making model for the evaluation of a public investment project in Medellín: a stakeholder perspective. *International Journal of Business Research*, 18 (3).
- Prato, T. (1999). Multiple attribute decision analysis for ecosystem management. *Ecological Economics*, 30(2), 207-222.

- Pujadas, P., Pardo-Bosch, F., Aguado-Renter, A. & Aguado, A. (2017). MIVES multi-criteria approach for the evaluation, prioritization, and selection of public investment projects. A case study in the city of Barcelona. *Land Use Policy*, 64, 29-37.
- Rajaram, A., Kaiser, K., Le, T., Kim, J. & Frank, J. (2014). The power of public investment management: *Transforming resources into assets for growth*. Washington: World Bank Publications.
- Rosales, R., Malebranch, A., Martínez, C., Villareal, R., Zamora, A., Garzón, S., Micán, C.,... Sanabria, M. (2007). Análisis metodologías evaluación financiera, económica, social, ambiental proyectos inversión agrícola. *Revista Finanzas y Política Económica*, 1 (1), 67-96.
- Runhaar, H., Dieperink, C. & Driessen, P. (2006). Policy Analysis for Sustainable Development: The Toolbox for the Environmental Social Scientist. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(1), 34–56.
- Runhaar, H., Driessen, P. & Uittenbroek, C. (2014). Towards a Systematic Framework for the Analysis of Environmental Policy Integration. *Environmental Policy and Governance*, 24(4), 233–246.
- Sadoulet, E. & De Janvry, A. (1995). *Quantitative development policy analysis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Sala, S., Ciuffo, B. & Nijkamp, P. (2015). A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 119, 314-325.
- Vargas, O. (2003). *La evaluación multicriterio social y su potencial en la gestión forestal de Colombia* (tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Vargas, O. (2005). La evaluación multicriterio social y su aporte a la conservación de los bosques. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(1), 2665-2683.
- Vilas-Boas, C. (2010). *Modelo multicritérios de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do ribeirão João Leite* (Título de Mestre em Economia - Gestão Econômica do Meio Ambiente). Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Villa, F., Ceroni, M. & Krivov, S. (2007). Intelligent databases assist transparent and sound economic, valuation of ecosystem services. *Environmental Management*, 39 (6), 887-899.
- WCED. (1987). *Our Common Future (World Commission on Environment and Development, Bruntland Commission)*. Oxford: Oxford University Press.

¹ Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria

² Universitat Politècnica de Catalunya

³ Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria

Para citar este artículo: Portocarrero, L., Morató, J. y Vanegas, J. G. (2020). Análisis de las metodologías de valoración empleadas en la inversión pública de proyectos medioambientales: evidencias y aplicaciones para Colombia. *Revista Luna Azul*, 50, 19-39. Doi: 10.17151/luaz.2020.51.2

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Código QR del artículo

