

A close-up photograph of a person's hand holding a small, dark-colored tree sapling with a thick trunk and dense, needle-like foliage. The hand is cupped around the base of the tree, which is still in a small amount of dark soil. The background is a light, textured surface.

Evaluación económica ambiental

**Aplicaciones en
valoración de impactos
y perspectivas para el
desarrollo sostenible**

**Jonathan Daniel Gómez Zapata
Sandra Montoya Arboleda
Alejandro Aguilar Amaya
Compiladores**

Evaluación económica ambiental

Aplicaciones en valoración de
impactos y perspectivas para
el desarrollo sostenible

Evaluación económica ambiental

Aplicaciones en valoración
de impactos y perspectivas
para el desarrollo sostenible

Compiladores

Jonathan Daniel Gómez Zapata

Sandra Montoya Arboleda

Alejandro Aguilar Amaya



**Evaluación económica ambiental.
Aplicaciones en valoración de impactos y perspectivas
para el desarrollo sostenible**

© Servicios Ambientales y Geográficos S.A.
© Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
Facultad de Ciencias Humanas y Económicas
Centro Editorial

ISBN: 978-958-794-067-1 (papel)
ISBN: 978-958-794-068-8 (digital)
ISBN: 978-958-794-069-5 (IBD)

Primera edición
Medellín, febrero de 2020

Preparación editorial
Centro Editorial
Facultad Ciencias Humanas y Económicas

Corrección de texto: Carolina Villada Castro
Diseño y diagramación: Melissa Gaviria Henao

Conversión a ePub
Mákina Editorial
<https://makinaeditorial.com/>

Salvo cuando se especifica lo contrario, las figuras y tablas del
presente libro son propiedad de los autores.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio sin autorización escrita de
Servicios Ambientales y Geográficos S.A. y de la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas de la
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Evaluación económica ambiental : aplicaciones en valoración de impactos y perspectivas
para el desarrollo sostenible / compiladores, Jonathan Daniel Gómez Zapata, Sandra
Montoya Arboleda, Alejandro Aguilar Amaya. -- Primera edición. -- Medellín :
Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas y Económicas.
Centro editorial ; Servicios Ambientales y Geográficos 2020.
CD-ROM : ilustraciones (principalmente a color), diagramas, fotografías

Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo

ISBN 978-958-794-068-8 (e-pub)

1. Evaluación de impacto ambiental -- Colombia 2. Valoración contingente -- Colombia 3. Economía ambiental -- Colombia 4. Evaluación de proyectos -- Colombia I. Gómez Zapata, Jonathan Daniel, compilador II. Montoya Arboleda, Sandra, compilador III. Aguilar Amaya, Alejandro, compilador

CDD-23 333.71409861 / 2020



AGRADECIMIENTOS

Este libro es el resultado del esfuerzo de distintos profesionales que con su gran labor motivaron la elaboración del mismo. Agradecemos a todas las personas que de forma directa o indirecta aportaron al desarrollo de esta obra, cuya motivación partió de conmemorar los 20 años de Servicios Ambientales y Geográficos S.A. (SAG), empresa que ha crecido en el sector gracias al buen trabajo de sus líderes y a la contribución diaria de sus colaboradores.

Queremos agradecer a las directivas de SAG que desde el principio apoyaron la elaboración de este libro. De igual forma, un reconocido agradecimiento a los autores de cada uno de los capítulos quienes con su compromiso, dedicación y tenacidad consiguieron hacer posible de la manera más profesional y rigurosa este ambicioso proyecto académico.

A las empresas Continental Gold Limited y Empresas Públicas de Medellín (EPM) por permitirnos aplicar nuestras metodologías de evaluación económica en el marco de los estudios ambientales de sus proyectos, que hoy constituyen un referente en este campo para todo el país. En esos proyectos de desarrollo, ya licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla), realizamos las primeras aplicaciones y, además, algunos de los casos de estudio de este libro provienen de ellos.

A las empresas Antioquia Gold, Argos, Celsia, Consorcio Mar 1, Consorcio Pacífico 2, Eléctricas de Medellín, Empresa de Energía de Bogotá, Enelca, Epsa, HMV Ingenieros, Isa – Intercolombia, Isagen y Transmetano quienes nos han brindado la oportunidad de participar en sus

proyectos, así como nos permitieron aplicar y perfeccionar nuestros procesos y análisis de evaluación económica.

A cada uno de los profesionales que a título personal nos compartieron sus opiniones, reflexiones y comentarios sobre la Evaluación Económica Ambiental, cuyos aportes fueron muy valiosos para la elaboración de este libro: Ana María Gómez Mora, Carlos Alberto Londoño Berrío, Carlos Enrique Díaz Reyes, Germán David Romero Otálora, Johanna Vásquez Velásquez, Mauricio Alviar Ramírez, Omar Darío Rengifo Celis, Yolanda Casallas Abril y Winston Cuéllar Márquez.

A los pares evaluadores por sus pertinentes comentarios y sugerencias, cuya atención nos permitió mejorar el manuscrito y agregar rigor académico a la obra. A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, y en especial a la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, por acompañar la coedición y publicación del presente texto que esperamos sea de gran utilidad en la elaboración de los análisis de Evaluación Económica Ambiental para la academia, el sector público, las empresas consultoras y los promotores de los proyectos.



EQUIPO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL SAG 1998 – 2019

Alejandro Aguilar Amaya
Sandra Montoya Arboleda
Elvira María Aguilar Amaya
Rodrigo Vélez Otálvaro
Jonathan Daniel Gómez Zapata
Luz Yadira Gómez Hernández
Andrey David Ramos Ramírez
María Isabel Chica Higueta
Gloria Liliana Serna González
Manuel Felipe Jaramillo Serna
Lianne Isabel Gómez Córdoba
Juan Pablo Londoño Agudelo
Brian Mesa Zapata
Luis Felipe Restrepo Gallego
Juan David Echeverri Gómez
Katy Rocío Galeano Anaya
Mishell Tatiana Naranjo Valenzuela
Miguel Ángel Piedrahita Zapata
Sebastián Ospina Valencia
Juan Gonzalo Ángel Gil
María Camila Alzate Torres
Santiago Henao Toro

CONTENIDO

Lista de siglas y acrónimos

Prólogo

Introducción: fundamentos teóricos y normatividad sobre la evaluación económica ambiental

Métodos para la VEI no internalizables

La VEI ambientales en Colombia

Estructura del libro

Primera parte

Capítulo 1. Elección contingente

Generalidades del método: formulación y aplicaciones

Aplicación del método: etapas, adaptación, formulación y análisis

Discusión sobre la aplicación

Conclusiones

Capítulo 2. Valoración contingente

Fundamentos teóricos del MVC

Caso aplicado: afectación al paisaje por una línea de transmisión

Conclusiones

Capítulo 3. Análisis multicriterio

Método de valoración analítico multicriterio

Caso de aplicación: VEI de un proyecto minero en el departamento de Antioquia

Conclusiones

Capítulo 4. Métodos complementarios para la valoración económica

Método Delphi

Standard Gamble
Econometría espacial
Conclusiones

Segunda parte

Capítulo 5. La evaluación económica en los estudios ambientales

Evaluación de impactos en el medio abiótico
Valoración económica de la diversidad biológica
VEI socioeconómicos
Conclusiones

Capítulo 6. Reflexiones sobre la evaluación económica ambiental: perspectivas desde diferentes actores

Metodología
Caracterización de expertos
Análisis de discurso
Conclusiones

Capítulo 7. La evaluación económica ambiental como instrumento para el desarrollo económico sostenible

Relación entre desarrollo, sostenibilidad y evaluación económica
Reflexiones y perspectivas sobre la EEA

Lista de figuras, fotografías, cuadros y tablas



LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AD: análisis de discurso
AEDE: análisis exploratorio de datos espaciales
AHP: proceso analítico jerárquico
AID: área de influencia directa
AII: área de influencia indirecta
AMC: análisis multicriterio
Amuvam: método de valoración analítico multicriterio
ABC: análisis beneficio costo
Anla: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
BSE: bienes y servicios ecosistémicos
COP: pesos colombianos
DAA: disponibilidad a aceptar
Daas: diagnóstico ambiental de alternativas
DAP: disponibilidad a pagar
EC: elección contingente
EE: experimentos de elección
EEA: evaluación económica ambiental
EIA: estudio de impacto ambiental
GP: programación por metas
MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MPE: matriz de ponderación espacial
MVC: método de valoración contingente

PMA: plan de manejo ambiental
RBC: relación beneficio costo
SAG: Servicios Ambientales y Geográficos S.A.
SG: *Standard Gamble*
TAD: tasa de descuento para el licenciamiento ambiental
TSD: tasa social de descuento
VC: variación compensada
VE: variación equivalente
VEI: valoración económica de impactos
VEM: valor económico medio
VET: valor económico total
VPN: valor presente neto
VNU: valor de no uso
VU: valor de uso
VUD: valor de uso directo
VUI: valor de uso indirecto



PRÓLOGO

Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.
William Thomson Kelvin (1824 – 1907)

Este libro nació como resultado de la aplicación y el ajuste de metodologías de evaluación económica de impactos ambientales en proyectos objeto de licencia ambiental localizados en Colombia. Será muy satisfactorio si este testimonio práctico logra inquietar al lector con respecto a qué tan posible es medir, en términos económicos, los efectos de las actividades de los proyectos de desarrollo sobre el ambiente y, además, acerca de qué tan pertinente es hacer esas mediciones.

De las especies humanas que alguna vez poblaron la tierra, hoy solamente sobrevive la nuestra. Las otras, incluidas algunas con las que convivimos por largas épocas, se extinguieron. Éramos tan semejantes a otros, por ejemplo, a los neandertales o a los denisovanos, que fue posible concebir descendientes con esas especies. Hoy, además de algún porcentaje de genes identificados en nuestro ADN, solamente quedan algunos vestigios arqueológicos del desarrollo cultural y tecnológico de esos humanos desaparecidos.

La historia de la vida en la tierra ha sufrido incontables cambios. En un lapso de 3.500 millones de años, desde que aparecieron los primeros organismos vivos, numerosas especies han desaparecido. Los científicos estiman que cerca de un 99,9% de todas las especies vivientes que alguna vez existieron en la tierra están actualmente extintas. Muchas de estas desapariciones alcanzaron dimensiones masivas y se debieron a cataclismos como cambios climáticos o caída de meteoritos. Otras extinciones ocurrieron al ritmo de la evolución del entorno en procesos relativamente más lentos. Se han identificado al menos cinco extinciones masivas en la historia viva del planeta. La desaparición de esas especies, incluidas las humanas, invita a reflexionar sobre qué tan frágil es nuestra permanencia en la tierra.

Hace millones de años un homínido, antecesor común de las especies humanas, fabricó herramientas elementales. Esas herramientas fabricadas de piedra, hueso y madera se utilizaban para golpear, moler o punzar. A partir de ese logro fue posible desarrollar técnicas cada vez más elaboradas, que permitían utilizar los recursos del entorno con mayor eficiencia y se inició, entonces, un proceso cada vez más acentuado de transformación del entorno natural.

La utilización de herramientas y las técnicas asociadas a estas, son uno de los rudimentos que posibilitaron el desarrollo de un sistema económico que, a su vez, está soportado por los ecosistemas que sustentan la vida en el planeta. Un sistema económico es la forma en que la sociedad organiza la producción y distribución de bienes y servicios. Los ecosistemas naturales, mediante sus propios procesos, son productores de bienes y servicios que están a disposición del sistema económico. Ambos sistemas tienen funciones similares que interactúan.

En la medida en que el sistema económico se ha ido fortaleciendo, también sus efectos sobre el entorno son más intensos. Hemos llegado a un estado en el que, incluso, algunos consideran que estamos presenciando la sexta extinción masiva de especies, cuya causa principal son las actividades humanas.

Los principios que rigen los procesos naturales no cambian, permanecen vigentes, independientes del desarrollo del sistema económico y, en la

medida que se superan umbrales y se rompen equilibrios, esos principios se manifiestan con eventos catastróficos que se presentan en cuestión de segundos o años y comprometen la existencia humana. Todos los días en las noticias abundan ejemplos de catástrofes que el hombre induce y de catástrofes naturales que las actividades humanas agravan.

Las evidencias científicas muestran que, así como muchas especies se han extinguido, otras tantas han evolucionado y se han adaptado exitosamente a condiciones siempre cambiantes. Una de las evoluciones más notables es el desarrollo del cerebro humano, este ha sido la herramienta primordial para nuestra adaptación a los cambios naturales y deberá serlo para adaptar el desarrollo económico y tecnológico a estados más sostenibles.

A la par del desarrollo del cerebro humano, el sistema económico en su evolución ha perfeccionado buenas herramientas que, bien utilizadas, pueden asegurar su convivencia con los sistemas naturales y mitigar la incidencia de los procesos naturales en la subsistencia de las sociedades humanas. En este marco surge un escenario esperanzador para la sostenibilidad.

Una de esas herramientas tiene relación con el desarrollo científico y tecnológico que han llegado a un nivel tal que permiten, cada vez con mayor acierto, el entendimiento de cómo funcionan e interactúan los sistemas naturales y el sistema económico. Este entendimiento hace más viable que los problemas debidos a la desarmonía entre los sistemas puedan ser diagnosticados y controlados, antes de que se tornen irreversibles.

Otras herramientas han surgido de la ciencia económica y están relacionadas con metodologías orientadas a la valoración económica de los recursos naturales y de los servicios ambientales que presta el entorno natural. Todas esas herramientas, aplicadas en conjunto, posibilitan realizar evaluaciones económicas de los proyectos de desarrollo más ajustadas a la realidad de la dinámica de los ecosistemas.

Que todo esto deje de ser un divertimento teórico y se transforme en acciones con efectos en la realidad, depende de la voluntad y la capacidad de quienes toman decisiones, tanto en el ámbito estatal como en el privado. Si cada proyecto de desarrollo va a tener consecuencias sobre el entorno es

necesario, como una acción prioritaria de los decisores, que las evaluaciones económicas consideren en sus análisis internos el valor de los impactos sobre el entorno.

En la historia del desarrollo de las sociedades humanas valorar los elementos del entorno no ha sido siempre una tarea considerada como necesaria, entre varias razones debido a que por siglos la incidencia de las acciones del sistema económico sobre los ecosistemas apenas se percibía; incluso se consideraba que había una oferta inagotable de recursos. En el estado actual de las cosas, cuando esa valoración sí es prioritaria, hay herramientas metodológicas disponibles que se sitúan entre dos tendencias básicas: unas, consideran que los bienes naturales, culturales y sociales pueden ser valorados por precios del mercado; otras, estiman que esos bienes no son transables y, por lo tanto, no se deben valorar de esa manera.

En este libro no se pretende abordar el análisis de ambas tendencias ni hacer valoraciones sobre su pertinencia. No es un manual de valoración económica de impactos. La intención es compartir algunos resultados, producto del ejercicio práctico de ajustar métodos disponibles en el medio y de aplicarlos de acuerdo a los alcances de la normatividad ambiental.

Esperamos que esta publicación contribuya a enriquecer la aplicación práctica de la valoración económica de impactos, asunto urgente para un desarrollo sostenible e ineludible para una especie humana dependiente de su entorno y de sus propias creaciones.

ALEJANDRO AGUILAR AMAYA

GERENTE GENERAL

SERVICIOS AMBIENTALES Y GEOGRÁFICOS S.A.



INTRODUCCIÓN: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y NORMATIVIDAD SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

JONATHAN DANIEL GÓMEZ ZAPATA*
SANDRA MONTOYA ARBOLEDA**

Los recursos naturales son esenciales para los seres humanos y para la constitución de los ecosistemas en general, en tanto proveen bienes y servicios ecosistémicos (BSE) que son sustento para la vida. Por esto, se ha enfatizado en la necesidad de conservar, proteger y utilizar de manera sostenible estos bienes y servicios para asegurar su provisión a las generaciones futuras, sin que se comprometa la puesta en marcha de proyectos que propendan por el desarrollo económico de las comunidades y la generación de ingresos adicionales.

Para alcanzar el planteamiento e implementación sostenible de estos proyectos es imprescindible que los impactos ambientales generados en el proceso sean identificados, cuantificados y valorados de tal manera que se incluyan en la toma de decisiones, para propender por un desarrollo económico exitoso que tenga en cuenta el uso racional de los recursos y la reducción de los impactos ambientales y sociales adversos (Dixon y

Pagiola, 1998). Así, este libro tiene el propósito de presentar los resultados de la aplicación y el ajuste de metodologías de Evaluación Económica de Impactos Ambientales a proyectos objeto de licencia ambiental localizados en Colombia; igualmente, plantear algunas reflexiones prospectivas respecto del papel que la evaluación económica está tomando dentro de los procesos de desarrollo económico sostenible. A continuación, en esta introducción se presentan unas generalidades sobre este tema, que resultarán útiles al lector para corresponder a los objetivos y alcances del texto.

La evaluación económica ambiental (EEA) parte de la identificación de los impactos relevantes y significativos que un proyecto de desarrollo e infraestructura genera en cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del territorio en el que se localizan; a la vez que proporciona la clasificación de dichos impactos como internalizables y no internalizables. Los impactos internalizables son aquellos efectos ambientales negativos generados por los proyectos, obras o actividades que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas en el plan de manejo ambiental (PMA) y, por tanto, el valor económico de dichos impactos es estimado a través del análisis de internalización al tomar el valor monetario de las inversiones en medidas de prevención o corrección (MAVDT y Uniandes, 2010). Sin embargo, no es un propósito del presente libro el análisis de internalización, ya que está enfocado en los costos de inversión para el manejo de los impactos que son específicos y puntuales de acuerdo con cada proyecto.

Por otro lado, los impactos no internalizables son aquellos que generan efectos residuales en el ecosistema y, de este modo, para estimar su valor económico es necesario recurrir a métodos y técnicas de cuantificación monetaria con las que es posible estimar su valor a través del análisis de su comportamiento en mercados paralelos o sustitutos o al simular un mercado cuando no lo tienen. A partir de esta concepción teórica, cuando en este libro se haga referencia a la valoración económica de impactos (VEI), se entenderá el proceso de aplicación de herramientas e instrumentos económicos para estimar el valor económico, como parte de la EEA. El objetivo de realizar una VEI es medir económicamente las alteraciones en

el bienestar de los individuos que conforman la sociedad, a partir de la cuantificación en los cambios ambientales que se dan en un territorio, así como analizar la relación que se da entre los beneficios y los costos ambientales totales estimados por la implementación de un proyecto de desarrollo e infraestructura (Freeman, Herriges y Kling, 2014).

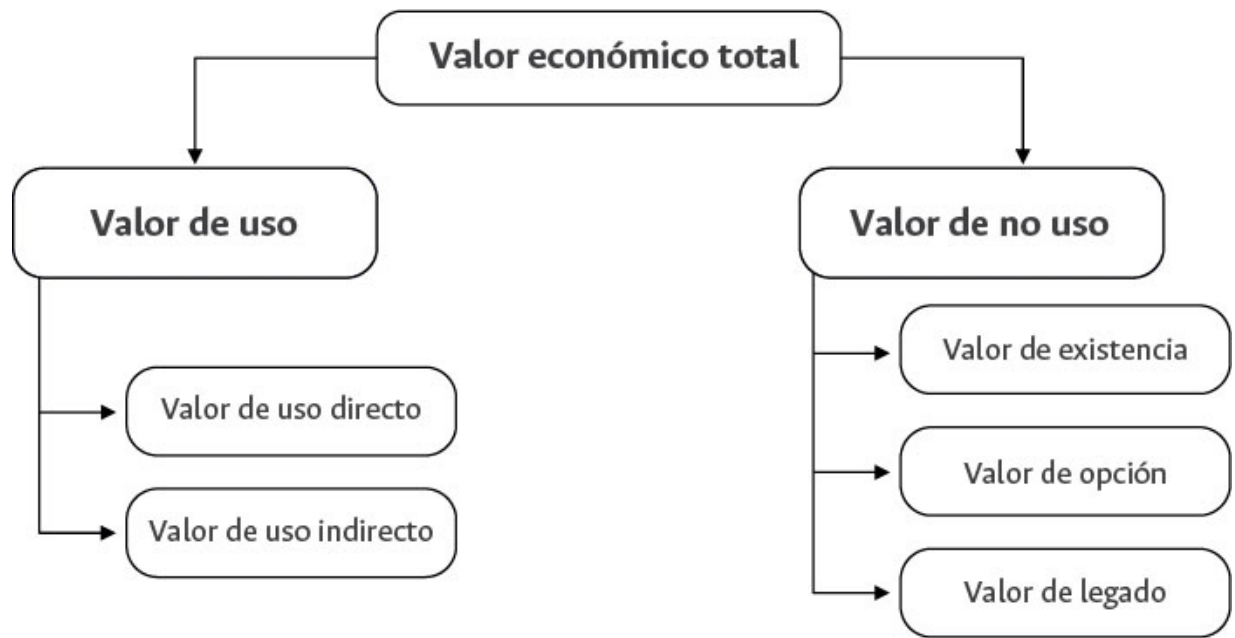
Para entender la importancia de realizar una VEI debe tenerse en cuenta que los BSE son beneficios directos o indirectos que la biodiversidad provee a la humanidad y que resultan de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen esta biodiversidad (MADS y Anla, 2017). Según la definición de MADS y la Anla, estos BSE pueden ser: culturales, es decir, beneficios no materiales obtenidos a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas; de aprovisionamiento, tales como: alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos; de regulación, esto es, el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua; y de soporte necesarios para el aprovisionamiento y existencia de los demás BSE, entre los que se encuentran la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes, entre otros. Con esto se evidencia la importancia de tener en cuenta cualquier tipo de afectación (positiva o negativa) que pueda ocasionarse sobre los recursos naturales y que pueda afectar la provisión de los BSE por parte de estos.

Ahora, para poder realizar una aproximación certera a la VEI sobre los cambios ocasionados a los BSE, hay que tener en cuenta que estos últimos son bienes de no mercado, es decir, son bienes a los que no se le asigna un precio de intercambio, en tanto cuentan con la condición de bienes de propiedad pública y, por consiguiente, para alcanzar una valoración de estos es necesario construir un mercado hipotético o inferirlo mediante un mercado ya construido (MADS y Anla, 2017). Estas características de bienes públicos (de no mercado) hacen que se predisponga la existencia de unos requerimientos específicos a tener en cuenta a la hora de establecer una aproximación metodológica para la obtención del valor de estos BSE, por esto es necesario ampliar el espectro de análisis y recurrir a herramientas económicas con las que se espera alcanzar de manera objetiva

este propósito (Bishop y Boyle, 2019). Con el fin de alcanzar la obtención de un valor económico que abarque los beneficios que estos tienen sobre el bienestar de las comunidades y las afectaciones que generaría un cambio en la cantidad y calidad de estos bienes y servicios (costos), la economía ambiental ha propuesto avances en la construcción de metodologías que permitan calcular el VET de los mismos.

La obtención del VET implica que se tengan en cuenta en la estimación dos tipos de valores: el valor de uso (VU) y el valor de no uso (VNU), tal como se evidencia en la figura 1 El VU se refiere a los beneficios que se derivan del uso de un recurso, para el que generalmente existe un mercado y puede desglosarse en valor de uso directo (VUD) y valor de uso indirecto (VUI). El VUD se deriva de los bienes que pueden ser extraídos, consumidos o disfrutados de forma directa, como puede ser la madera, la cosecha de frutas y verduras, los productos derivados de la pesca, entre otros. Además, también existe el VUI, que constituye los beneficios indirectos que pueden recibir los individuos o las comunidades al estar ubicadas en el área de influencia del bien, por ejemplo, la valorización de los activos existentes a su alrededor (Throsby, 2007) o los servicios que proveen los humedales cuando filtran el agua y mejoran su calidad para los usuarios.

Figura 1. Composición del VET



Por otro lado, los VNU o de uso pasivo son aquellos experimentados por los individuos que no se reflejan en los procesos de mercado, puesto que se derivan de los atributos particulares del bien ambiental. Los VNU derivan de los beneficios que proveen los recursos naturales sin involucrar ninguna forma de uso (directo o indirecto). Se han identificado tres categorías de VNU o uso pasivo (Diamond y Hausman, 1993; Azqueta, 1999; Herrero, Bedate y Sanz, 2003), estas son:

- Valor de existencia: los individuos valoran el bien simplemente porque existe.
- Valor de opción: los individuos desean preservar el bien con el fin de dejar abierta la opción de poder usar sus servicios en el futuro.
- Valor de legado: los individuos desean que las futuras generaciones puedan disfrutar del bien.

Teniendo en cuenta las tipologías de valor descritas anteriormente, la idea fundamental del VET permite que cualquier bien o servicio ambiental sea tomado como una aglomeración de atributos que pueden cuantificarse individualmente. Esta desagregación en atributos particulares permite que se considere qué afectaciones pueden ocurrirle a estos atributos, específicamente con el desarrollo de un proyecto de infraestructura, lo que es un insumo fundamental para elegir de manera certera un método para el

cálculo del valor económico de los BSE y de los servicios que estos prestan a la comunidad y al entorno. Por ejemplo, hay características del VUD que facilitan su valoración, ya que usualmente está conformado por atributos que se intercambian en un mercado particular, donde se pueden calcular cantidades observables de productos con un precio establecido. Por otro lado, los valores de uso indirecto, tales como: los beneficios estéticos ofrecidos por el paisaje o el VO son más complejos de calcular. Lo mismo ocurre cuando se dan afectaciones al valor de existencia y de legado.

Ahora bien, es importante resaltar que los proyectos de infraestructura y desarrollo suelen tener grandes impactos sobre los BSE; pero estas afectaciones no tienen igual magnitud para todos los recursos afectados. Existen recursos que sufrirán un impacto menor prevenible y controlable con medidas de manejo que tienen un costo (internalizable) y que hacen parte del resultado de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), exigidos por la autoridad ambiental. Sin embargo, existen otros impactos que no pueden ser controlados o que es parcial su corrección y control (no internalizable), es decir, queda un impacto residual que hace necesario recurrir a una valoración económica para representar en términos monetarios las intervenciones a los ecosistemas, al diferenciar los beneficios, los costos ambientales y económicos del proyecto.

Métodos para la VEI no internalizables

La elección del método a implementar en la valoración económica dentro de la EEA de cada uno de los impactos no internalizables —asociados a los medios abiótico, biótico y socioeconómico— causados por un proyecto en particular, requiere del análisis de las alternativas metodológicas disponibles y de la sustentación de su implementación según los atributos valorados y la información disponible en cada caso. Esto a fin de favorecer una elección concienzuda del método más adecuado, además al considerar el tipo de proyecto (generación y transmisión de energía, explotación de minerales, infraestructura vial, entre otros), el contexto y las comunidades en los que estos se emplazarán.

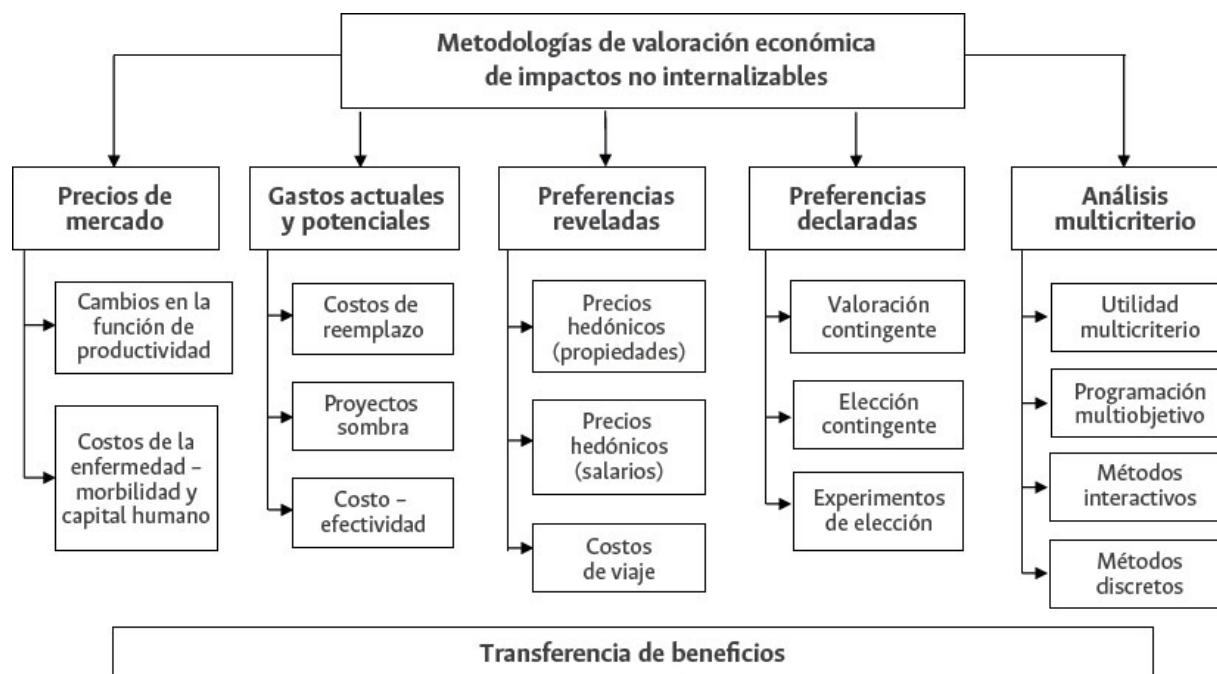
La aplicación de una amplia variedad de métodos cuantitativos y cualitativos que permitan aproximarse certeramente a la valoración económica de los impactos generados por los proyectos, se volvió un componente importante en la toma de decisiones de las autoridades ambientales y las empresas dueñas de los proyectos, involucradas en su construcción y ejecución en pro de garantizar un desarrollo económico sostenible, tanto para la localidad como para la región. Con el fin de tener una amplia aproximación a los métodos fundamentales que pueden ser implementados, considerarse a la hora de realizar una VEI y lograr una aproximación crítica a las herramientas provistas por la ciencia económica, en la figura 2 se pueden encontrar distintas metodologías de evaluación económica que pueden ser aplicadas tanto en el ámbito ambiental como en otros campos de estudios aplicados, por ejemplo: cultura, políticas públicas, educación, salud, entre otros.

La figura 2 presenta los métodos tanto directos como indirectos que permiten estimar el valor económico de los impactos considerados como no internalizables. Los métodos considerados como indirectos son aquellos basados en información secundaria o en datos de mercados paralelos o sustitutos para estimar el valor económico del bien o servicio en cuestión. Entre estos métodos están los basados en los precios de mercado y en gastos actuales y potenciales. Existen otras técnicas que también hacen parte de este grupo y que corresponde a los costos inducidos o los análisis de mercados paralelos, que buscan encontrar el valor de los impactos causados sobre los BSE, a través del análisis del comportamiento de bienes que son sustitutos y/o paralelos al bien de estudio y se comercializan en un mercado real. Esto implica que se utiliza la información obtenida a partir de los mercados convencionales sobre bienes relacionados, en este caso los recursos naturales y los BSE, para estimar una ecuación de demanda por el bien de referencia que permita encontrar de manera indirecta el valor del bien o servicio ambiental.

Los métodos directos son los que acuden a una interacción inmediata con las personas para obtener información primaria que permita estimar el valor económico de los BSE. Estos son principalmente metodologías clasificadas como de preferencias reveladas y preferencias declaradas,

descritas en la figura 2. Además, se contempla el uso de la transferencia de beneficios, que consiste en extrapolar los resultados de un ejercicio de valoración ya aplicado, siempre y cuando las condiciones del contexto y del objeto de estudio sean similares. Finalmente, en este texto se hace una incursión considerando a las metodologías de Análisis Multicriterio (AMC) como un instrumento válido para estimar el valor económico de bienes ambientales, las cuales han sido más ampliamente exploradas en otros campos de estudio aplicado como la salud, el transporte, entre otros; en tanto pueden compartir características de bienes de no mercado. Su pertinencia para considerarla como una alternativa de evaluación económica recae en que permite preguntar a las personas (preferencias declaradas) por una medida del nivel de importancia y de satisfacción que les conceden a los recursos naturales, los BSE que tienen disponibles en una situación “sin” y “con” proyecto. Con base en este *trade-off* y al complementarse con otras técnicas (como la actualización de rentas, los cambios en la función de productividad, los costos evitados, entre otros) es posible estimar las medidas monetarias que expresan los cambios en el bienestar de estas personas cuando se alteran los niveles de los bienes ambientales disponibles en su territorio.

Figura 2. Metodologías para la VEI no internalizables



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en MAVDT y Uniandes (2010).

En los siguientes capítulos del presente libro se explica en detalle la implementación de métodos directos como elección contingente (EC), Valoración Contingente y el AMC. Adicionalmente se hace un breve recuento de técnicas alternativas que permiten complementar los resultados de las anteriores metodologías. Por eso, en este capítulo introductorio solo se presentan los métodos indirectos, un breve resumen de su objetivo y del procedimiento requerido en el proceso de valoración.

Método de precios de mercado

Las metodologías de precios de mercado permiten estimar los valores económicos de los productos y/o servicios de los ecosistemas que pueden ser comprados y vendidos en los mercados comerciales. Estas son utilizadas para cuantificar los cambios de valor en la cantidad o calidad de un bien o servicio. Dentro de estas metodologías se incluye la técnica de cambios en la productividad, que consiste en medir los cambios físicos en la producción debido a cambios ambientales a partir de precios de mercado para los insumos y productos. Los resultados del análisis de cambios en la

productividad deben darse en términos unitarios, con el fin de realizar adecuadamente el cálculo del valor económico de la afectación. Teniendo en cuenta la definición y, aún más, la intención de aplicar el término de VET, la aplicación del método de cambios en la productividad puede subestimar el valor real para la sociedad, pues no tiene en cuenta los VNU inherentes a los BSE afectados por el proyecto. La valoración de la morbilidad a través del enfoque de costo de la enfermedad, por su parte, estima la variación de los gastos incurridos por los individuos como resultado de un cambio en el medio ambiente que puede afectar la salud del ser humano, al incidir con una enfermedad en particular. Tanto los costos directos (por ejemplo, los costos de las visitas al médico, los costos de tratamiento, entre otros) como los costos indirectos (por ejemplo, salarios) se incluyen en la estimación.

Método basado en gastos

Estas metodologías permiten relacionar el valor económico de las afectaciones con los costos en que se incurre para reparar el daño generado por el proyecto sobre el ecosistema. El supuesto fundamental es que los costos de evitar daños o la sustitución de ecosistemas y/o servicios proporcionan estimaciones útiles del valor económico de estos. Los enfoques correspondientes a este tipo de metodologías son los costos de reemplazo, proyectos sombra y costo-efectividad.

El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto de que es posible medir los costos en que se incurre para reemplazar los daños generados por el proyecto sobre activos. Este costo puede ser interpretado como una estimación de los beneficios relacionados con las medidas diseñadas para prevenir el daño. Para aplicar este método inicialmente deben definirse los daños o efectos que se producen en el ecosistema para, posteriormente, cuantificar los cambios en unidades físicas, por ejemplo: áreas, especies de individuos, viviendas, entre otros. De esta forma se puede establecer un costo de reemplazo. En caso de no tener un mercado definido se recurre a mercados de bienes o servicios paralelos y/o sustitutos, con el fin de asignar un valor a la recuperación productiva del recurso intervenido. Este valor

comercial se multiplica por la cuantificación biofísica del impacto y así se puede estimar el valor económico por costo de reemplazo. El valor estimado no representa el VET, ya que la técnica se concentra en monetizar el VUD, el cual no coincide con la máxima DAP de los individuos. El método de costos de reemplazo se puede apoyar con el uso de Técnica Delphi (Hsu y Sandford, 2007; Musa, Yacob, Abdullah y Ishak, 2015), la cual permite establecer los valores de restauración a partir de las percepciones de un grupo de expertos que conocen a profundidad las características de los BSE afectados.

Los precios sombra, por su parte, buscan estimar los costos de reemplazar todo un conjunto de BSE intervenidos por la presencia de un proyecto. Este método cobra importancia cuando se desea mantener las condiciones actuales de un recurso o calidad ambiental frente a los posibles daños generados por el desarrollo de un proyecto. Finalmente, el análisis costo-efectividad compara el costo por unidad de efecto en un determinado proyecto o programa con la opción de determinar los costos por unidad de efectos para las alternativas. La comparación entre los costos y la eficacia permite jerarquizar las alternativas o realizar una comparación con intervenciones o proyectos similares.

Transferencia de beneficios

El método de transferencia de beneficios puede definirse, según Rosenberger y Loomis (2017), como “el uso de datos o información existente en contextos diferentes a los que se recopilaron originalmente” (p. 445)¹. Este tipo de metodología ha tenido auge en los últimos años porque ayuda a minimizar los tiempos de entrega, así como los costos asociados al levantamiento de información primaria (Osorio, 2006). De este modo, el método:

se utiliza cuando se presentan casos de ausencia de información primaria o cuando el tiempo de análisis es muy reducido. En particular, se caracteriza por realizar un traspaso de valores de un bien estimado previamente a otro muy similar que se encuentra bajo otro contexto social, cultural y económico. Por lo anterior, la confiabilidad de sus resultados dependerá de la calidad de los estudios seleccionados para el análisis, la metodología utilizada para transferir el valor y el propósito de la evaluación. (Anla, 2015, p. 101)

Según Correa, Osorio y Patiño (2011), se pueden observar en la literatura dos clasificaciones del método: 1. transferencia de funciones y 2. transferencia de valores. En el primer caso, se transfieren modelos estadísticos o funciones que precisan relaciones vectoriales en el sitio de estudio. Mientras, en el segundo, se transfieren valores hallados en estudios previos, ya sea: i) directamente, cuando se tienen condiciones políticas y sociales similares; ii) al utilizar un valor ajustado o calibrado de acuerdo con las características físicas y poblacionales del sitio en escenarios con menor similitud demográfica o iii) al realizar promedios de varias investigaciones.

Con estas herramientas se favorece el proceso de obtención de un valor monetario que refleje o indique la importancia que tienen los bienes ecosistémicos para los individuos, al determinar argumentos para su adecuada gestión, en contra de la promoción de su deterioro o explotación excesiva. La obtención de este valor económico supone el desarrollo de estudios que revelen el beneficio real que logra la sociedad por la existencia de los bienes ecosistémicos y los cambios que se dan en este beneficio o en el bienestar por su intervención en el proceso de implementación de cualquier tipo de proyecto. La implementación de las metodologías ya mencionadas se constituye en un argumento suficiente para soportar las decisiones que se toman sobre el manejo de este tipo de bienes y servicios, especialmente en contextos en desarrollo (Whittington, 2002). Se procederá entonces a exponer la evolución que ha tenido la VEI ambientales en Colombia.

La VEI ambientales en Colombia

En el contexto nacional, la consideración de los análisis económicos relacionados con la valoración de los cambios causados en los recursos naturales y en los BSE en el proceso de toma de decisiones, tiene su antecedente en el artículo 80 de la Constitución Política del año 1991 (Const., 1991, art. 80), donde se establece que “el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su

desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”. Posteriormente, la Ley 99 de 1993, en el numeral 43 del artículo 5, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente “establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables” (Ley 99, 1993, art. 5 numeral 43), momento desde el cual se empieza a integrar la valoración económica a los estudios ambientales de los proyectos que a nivel nacional requieren de licenciamiento ambiental.

Un breve recuento de las principales normas que se publican a partir de este momento y que están asociados al proceso de VEI se encuentra relacionado en la tabla 1.

Tabla 1. Normatividad de VEI en Colombia

Año	Norma	Presentación
2010	Decreto 2820 del 2010	Se presentan lineamientos para la evaluación económica de los impactos positivos y negativos de los proyectos. Se publica el Manual Técnico “Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos” realizado entre el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el Centro de Estudios para el Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes. Los costos ambientales incluidos en los planes de manejo son permitidos como un acercamiento a la VEI.
2011	Decreto 3573 de 2011	Se crea la Anla como el organismo técnico que se encarga de otorgar o negar las licencias, permisos y trámites ambientales de competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), de conformidad con la Ley y los reglamentos. Además, el Decreto ordena desarrollar e implementar un esquema de Evaluación Económica de impactos ambientales dentro de las actividades de evaluación y seguimiento que adelanta la Anla.
2014	Decreto 2041 de 2014	Ratifica la exigibilidad de la evaluación económica de los impactos del proyecto y establece que el MADS debe fijar los criterios que deberán aplicar los usuarios para la elaboración de la evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto, obra o actividad con

		base en la propuesta que presente la Anla. Se plantea el enfoque de valoración económica a través de los BSE.
2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015	El grupo de valoración económica de la Anla presenta el documento borrador “Manual técnico para el uso de herramientas económicas en las diferentes etapas del licenciamiento ambiental”. Se dan lineamientos sobre la determinación de los impactos internalizables y los análisis a través de la ecuación de costos ambientales. Así mismo, para los impactos no internalizables se deja la posibilidad de aplicar técnicas de valoración directa e indirecta de acuerdo a las particularidades de cada caso. Se reconoce el concepto de impactos inconmensurables, sin embargo, se sugiere la valoración económica de todos los impactos de mayor significancia y relevancia o que tengan efectos residuales, con el fin de obtener mayores elementos para la toma de decisiones de viabilidad y sostenibilidad del proyecto de infraestructura y desarrollo. Los resultados de la VEI se incluyen para su seguimiento y monitoreo en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) del proyecto.
2017	Resolución 1669 de 2017	Se adoptan los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licencia ambiental, enfatizando en su obligatoriedad a la hora de la elaboración del análisis beneficio costo (ABC) del diagnóstico ambiental de alternativas (Daas) y del EIA.
2018	Resolución 1084 de 2018	Se adopta el documento técnico “Guía de aplicación de la Valoración Económica Ambiental” donde se establecen las metodologías de valoración de costos económicos del deterioro, la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

La expedición de esta normatividad muestra el interés del Gobierno Nacional por reglamentar los aspectos relacionados con la VEI. Igualmente, la exigencia de que esta sea incluida en los EIA indica también la necesidad de tener en cuenta los diferentes elementos del valor que se encuentran contenidos en los BSE. Ahora bien, las distintas metodologías publicadas por el MADS entre las que se encuentran el documento borrador *Manual técnico para el uso de herramientas económicas en las diferentes etapas del Licenciamiento Ambiental* del año 2015 y el documento final titulado *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licenciamiento Ambiental* del 2017, especifican el tipo de metodologías que pueden ser utilizadas en el proceso de desarrollo de las evaluaciones económicas de los costos y beneficios ambientales y sociales involucrados en la construcción y

operación de los proyectos de infraestructura. Este se soporta en el marco teórico del VET y del cálculo de los distintos atributos que se encuentran involucrados en los BSE.

Estructura del libro

Según la relevancia actual de la EEA, en particular, de la valoración económica de los impactos ambientales, así como la estimación del valor que pueden tener los recursos naturales y los BSE, este libro pretende aproximar al lector el contexto en el que actualmente se realizan estos análisis económicos y dar una muestra de la aplicación de los métodos que son empleados para alcanzar la estimación del valor monetario, donde se recogen tanto los valores de uso como de no uso. En un panorama más amplio, se trata de articular el pensamiento neoclásico con el pensamiento de la economía ecológica (Kapp, 1976) al considerar que el tratamiento de los costes medioambientales mediante una valoración monetaria es claramente insuficiente para la medición del producto nacional. Esto hace necesario volver a definir y formular los conceptos de costes y ganancias, así como los criterios de eficiencia y óptimo económico.

Este libro está dividido en dos partes: la primera parte presenta los resultados de la aplicación y el ajuste de metodologías de evaluación económica de impactos ambientales en proyectos objeto de licencia ambiental localizados en Colombia (capítulos 1 a 4). La segunda parte revisa y plantea algunas reflexiones respecto del papel que la evaluación económica está tomando dentro de los procesos de desarrollo económico sostenible (capítulos 5 a 7). De esta forma, los capítulos que lo conforman son: el primer capítulo aborda el método de EC, el cual se califica dentro de los métodos de preferencias declaradas, donde se pide a los encuestados indicar sus preferencias entre dos o más grupos de BSE, para realizar un mapeo de las preferencias que luego pueda ser traducido a valores monetarios.

Posteriormente, el segundo capítulo busca exponer el método de valoración contingente (MVC), su inscripción en los métodos de

preferencias declaradas y su aplicación metodológica para llevar a cabo la valoración económica de la afectación al paisaje en el contexto del proyecto de una línea de transmisión eléctrica.

El tercer capítulo aborda una de las técnicas particulares adscritas al AMC: el método de valoración analítico multicriterio (Amuvam), que se centra en la aplicación complementaria del proceso analítico jerárquico (AHP) y la actualización de rentas. Se trata de una combinación de técnicas con la que se han obtenido importantes resultados que aportan al esquema convencional de valoración económica. Además, se presenta una aplicación para el caso de un proyecto de explotación minera. La aplicación de estas técnicas constituye una propuesta para ampliar el abanico de posibilidades técnicas para la valoración económico, por tanto, sus resultados constituyen un aporte novedoso e interdisciplinar y motiva la discusión para su mayor reconocimiento.

El cuarto capítulo trata algunos métodos complementarios que permiten profundizar los análisis que se realizan a la hora de estimar el valor económico de los BSE e incluir en estas estimaciones información que los otros métodos no tienen en cuenta. Estas nuevas perspectivas metodológicas son: el método Delphi, el Standard Gamble (SG) y la econometría espacial. Con las herramientas brindadas en estos primeros capítulos se pretende exponer los avances que existen en el campo de la valoración económica de los BSE, especialmente con relación a la determinación del valor monetario de los BSE y de las afectaciones que se dan en ellos por la implementación de un proyecto de desarrollo e infraestructura.

Después, en el quinto capítulo se presenta en qué consiste el EIA y en qué contexto se ha considerado relevante incluir en este tipo de documentos una evaluación económica donde la valoración o asignación de un valor monetario a los impactos pretende reconocer la existencia de las externalidades que se dan en el marco de un proyecto de desarrollo e infraestructura. Paralelamente, cómo la relación entre los beneficios y los costos ambientales generados por el proyecto se establece como un criterio para su viabilidad.

El sexto capítulo presenta un análisis de las opiniones brindada por expertos pertenecientes a los sectores público, privado y académico acerca de la EEA con relación al proceso de licenciamiento ambiental y a la valoración económica ambiental *per se*. En estas opiniones, recolectadas por medio de entrevistas cualitativas semiestructuradas, se indaga sobre cuál ha sido la tendencia que se ha dado en las valoraciones de impactos ambientales desde que la normativa ha exigido su implementación, así como las expectativas que tienen desde su experiencia de los avances en la incorporación de la variable monetaria en la valoración de los recursos.

Finalmente, en el séptimo capítulo se presentan las conclusiones generales obtenidas a partir del desarrollo teórico y práctico de la implementación de la VEI. De acuerdo con ambas perspectivas se plantea una visión de lo que será de este tipo de estudios en el futuro, cuál será su relevancia a la hora de planear intervenciones de los BSE y su consideración como un instrumento para la consolidación de un desarrollo sostenible.

Referencias

- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2015). *Manual técnico para el uso de herramientas económicas en las diferentes etapas del licenciamiento ambiental. Documento Borrador*. Bogotá: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Azqueta, D. (1999). *Valoración económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España.
- Bishop, R. y Boyle, K. (2019). Reliability and Validity in Nonmarket Valuation. *Environmental and resource economics*, 72 (2), 559-582.
- Correa, F., Osorio, J. y Patiño, B. (2011). Valoración económica del ruido: una aplicación a través del método de transferencia de beneficios. *Ensayos de Economía*, 21(39), 119-144.
- Diamond, P. y Hausman, J. (1993). On Contingent Valuation Measurement of Nonuse Values. En J. Hausman (Ed.), *Contingent*

- Valuation: *A critical assessment* (pp. 3–38). Amsterdam: Holanda del Norte.
- Dixon, J. y Pagiola, S. (1998). Análisis Económico y Evaluación ambiental. *Environmental Assessment Sourcebook*, 23, 1-17.
- Freeman, M., Herriges, J. y Kling, C. (2014). *The measurement of environmental and resources values. Theory and Methods*. Nueva York: Taylor & Francis.
- Herrero, L., Bedate, A. y Sanz, J. (2003). Valoración económica de bienes públicos en relación al patrimonio cultural de Castilla y León. *Revista de Investigación Económica y Social de Castilla y León*, 6, 6–122.
- Hsu, Chia-Chien, y Sandford, B. (2007). The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical assessment, research & evaluation*. 12(10), 1-8.
- Kapp, K. W. (1976). The Open System Character of the Economy and its implications. En Kurt Dopfer (Ed.), *Economics in the Future. Towards a New Paradigm* (pp.90-105). Londres: MacMillan.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2017). *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Universidad de los Andes (Uniandes). (2010). *Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos. Documento Técnico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Universidad de los Andes.
- Musa, H., Yacob, M., Abdullah, A. y Ishak, M. (2015). Delphi Method of Developing Environmental Well-being Indicators for the Evaluation of Urban Sustainability in Malaysia. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 244-249.
- Osorio, J. D. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: estado del arte y

- aplicaciones. *Semestre Económico*, 9 (18), 107-124.
- Rosenberger, R. S. y Loomis, J. B. (2017). Benefit Transfer, En Champ, Boyle y Brown (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation. The Economics of Non-Market Goods and Resources* (pp. 431-462). Dordrecht: Springer.
- Throsby, D. (2007, 11 y 12 de octubre). *The Value of Heritage*. Presentado en *Heritage Economics Workshop*, Australian National University, Canberra.
- Whittington, D. (2002). Improving the Performance of Contingent Valuation Studies in Developing Countries. *Environmental and Resource Economics*, 22(1-2), 323–367.

* Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; magíster en Estudios Latinoamericanos, mención Economía, de la Universidad de Salamanca (España) y estudiante del doctorado en Economía de la Universidad de Valladolid (España). Correo electrónico: jdgomezz@unal.edu.co

** Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y especialista en Gestión de la Responsabilidad Social Empresarial de la Universidad Católica Luis Amigó. Correo electrónico: smontoya@sag-sa.com



PRIMERA PARTE



CAPÍTULO 1. ELECCIÓN CONTINGENTE

LUZ YADIRA GÓMEZ HERNÁNDEZ*

La formulación de políticas que afectan el medio ambiente requiere de información para analizar de forma certera los daños ambientales que pueden resultar de la acción humana, lo que implica tener estimaciones confiables del valor económico de los BSE a intervenir (Freeman, Herriges y Kling, 2014; Kahneman y Knetsch, 1992). Para lograrlo se pueden utilizar los métodos de preferencias declaradas que, como plantean Bridges, Hauber, Marshall, Lloyd, Prosser, Regier, Johnson y Mauskopf. (2011), se pueden dividir en dos grandes categorías: 1. métodos que preguntan por valores monetarios y 2. métodos que utilizan *rankings* o diseños de elección.

Los métodos que preguntan directamente por valores monetarios de una intervención a través de la disponibilidad a pagar o la disponibilidad a aceptar (DAA), se proponen estimar la demanda por un bien o su contribución al bienestar a partir del excedente del consumidor. Los métodos que utilizan *rankings* o diseños de elección se proponen explorar *trade-offs*² entre los atributos de un bien o producto y sus efectos sobre la elección. Estos métodos se pueden aplicar por sí solos o en combinación con otras técnicas para cuantificar las preferencias por varios atributos de una intervención y son útiles para cuantificar las preferencias por bienes o

servicios de no mercado cuando las elecciones de mercado están restringidas por algunos factores regulatorios e institucionales.

En esta última categoría, se encuentra el método de EC (Bridges *et al.*, 2011) que es el foco de interés de este capítulo. El método pide al encuestado indicar sus preferencias entre dos o más bienes o grupos de servicios ecosistémicos distintos y permite realizar un mapeo de las preferencias a través de encuestas o entrevistas que luego pueden traducirse a valores monetarios (Ben-Akiva, McFadden y Train, 2016). La EC fue el primer método de preferencias declaradas en tener aplicaciones empíricas, ha tenido un uso generalizado en *marketing*, salud y estudios de transporte (Green y Srinivasan 1990; Reutterer y Kotzab 2000; Ryan, Scanlon y MacIntosh, 2001) y se sugiere dentro de los métodos propuestos para la valoración económica en el documento de MADS y Anla (2017).

De acuerdo con Alriksson y Öberg (2008), el desarrollo de estudios con EC en este campo ha sido lento, lo que es sorprendente considerando que este método se puede utilizar cuando un proyecto genera cambios inmediatos o futuros sobre BSE tales como especies de flora y fauna, sitios históricos, patrimonio cultural, biodiversidad genética, recursos hídricos, suelo, aire, entre otros. Es ideal para capturar los VNU de estos, además de ayudar a entender las preferencias de los agentes en situaciones en las que aún no se ha llevado a cabo ninguna intervención.

Sin embargo, la EC cobra mayor relevancia para los casos en los que no es recomendable usar el método tradicional de valoración contingente, por ejemplo, en situaciones en que la población objetivo es de bajos ingresos y preguntar por la DAP puede generar conflictos, falsas expectativas y distorsión en el ejercicio. También cuando el contexto institucional y sociopolítico del lugar en que se desea hacer el ejercicio es complejo y este se puede tomar como un espacio para manifestar posiciones políticas u opiniones que no son objeto del estudio (MADS y Anla, 2017), entre otros.

El objetivo de este capítulo es presentar una propuesta para la aplicación del método EC en los análisis de valoración económica que pretendan generar información para la administración del ambiente y los recursos naturales por parte de las autoridades ambientales³. Para esto, se parte de una evaluación económica de impactos generados por un proyecto

hidroeléctrico en Colombia, ideada en el año 2015 por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG se presenta paso a paso el proceso de aplicación; se analizan las especificidades del contexto que explican la manera como se abordó el problema y, luego, se discuten posibles oportunidades de mejora para aplicaciones futuras. En este sentido, es una propuesta para la discusión entre los especialistas en el tema y su principal aporte es constituirse en un punto de partida para otros estudios que deseen o requieran aplicar este método.

El capítulo se organiza de la siguiente forma: en la primera sección se presentan las generalidades del método de acuerdo con la literatura consultada. En la segunda sección se resume la aplicación realizada por el equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG; en la tercera sección se discute la pertinencia de la aplicación, la relación entre la pregunta de satisfacción que utiliza y el valor económico, así como sus fortalezas y aspectos a mejorar en ejercicios futuros. Finalmente, en la última sección se dan algunas conclusiones sobre el método y las perspectivas de su aplicación en la evaluación económica de proyectos de infraestructura y desarrollo.

Generalidades del método: formulación y aplicaciones

Los métodos de preferencias declaradas tuvieron sus inicios en los años 30 cuando Thurstone (1931) presentó una propuesta para obtener directamente las curvas de indiferencia de un agente a través de la elección entre dos tipos de bienes en cantidades distintas: “ocho sombreros y un par de zapatos o seis sombreros y ___ pares de zapatos” (p. 151)⁴. Las curvas de indiferencia resultantes de este ejercicio podían ser interpretadas de la misma forma que las que proceden de una función de utilidad log-lineal, por lo que el autor logró probar que de estas comparaciones se pueden obtener las preferencias de los agentes.

Aunque innovador, este análisis no tuvo gran acogida. En aquella época no se había consolidado la teoría de la demanda para varios bienes hecha por Hicks (1939) y Samuelson (1947), pues predominaba ya en la ortodoxia

la idea de que solamente los datos tomados del mercado, a través de métodos de preferencias reveladas, tenían validez en los estudios empíricos de la demanda. Como planteó Fisher (1892): “Para acercarse a la idea de utilidad, un economista no debería ir más lejos que lo que se puede explicar por hechos económicos. No hay espacio para construir una teoría de la psicología” (p. 5). Esto es interesante si se considera que los métodos de preferencias declaradas y reveladas tienen el mismo fundamento teórico (Bridges *et al.*, 2011).

Los inicios de las aplicaciones empíricas se dieron cerca de 30 años después y buscaban estudiar las preferencias que manifestaban los consumidores entre productos de mercado como bebidas carbonadas y automóviles (Luce y Tukey, 1964; Luce y Suppes, 1965; Green y Rao, 1974; Johnson, 1974,1999; Srinivasan, 1988; Louviere, 1988). Basadas en la teoría de *conjoint measurement*, un método matemático que permite construir escalas entre objetos con múltiples atributos a través de un *trade-off*, aparecieron las primeras aplicaciones de lo que se conoce hoy como EC.

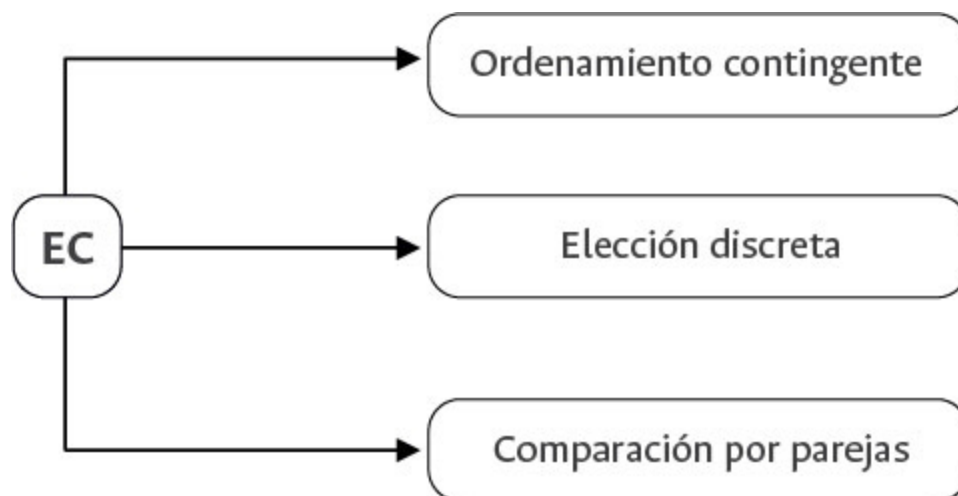
Al igual que otros métodos de preferencias declaradas desarrollados más adelante, como el MVC, la EC puede ser utilizada para calcular el valor económico de BSE mediante el diseño de un mercado hipotético, a partir del cual los individuos toman decisiones, especialmente cuando por las características sociales o institucionales del contexto no puedan aplicarse otros métodos. Sin embargo, a diferencia del MVC no pide a los encuestados expresar directamente valores en términos monetarios (Ben-Akiva, McFadden y Train, 2016); sino que se infieren de los *trade-offs* que estos declaran, con una pregunta de valoración y un análisis de datos distintos. Por esta razón, se inscribe en los métodos que utilizan *rankings* o diseños de elección para cuantificar las preferencias por varios atributos sometidos a una intervención, al seguir la clasificación planteada por Bridges *et al.* (2011).

En las aplicaciones de EC, se le pide al encuestado indicar sus preferencias entre dos o más bienes o grupos de servicios ecosistémicos distintos. Es decir, se parte del supuesto de que los consumidores le asignan un valor a un bien o servicio ambiental, teniendo presente las diferentes

combinaciones de atributos que este posee y que pueden variar según sus presentes combinaciones. Debido a que las respuestas están enfocadas en *trade-offs* y no en declaraciones directas de los valores en medidas monetarias, este método permite minimizar algunos de los problemas como la aparición de valores simbólicos, ya que comúnmente los valores relativos son más fáciles de expresar que los valores absolutos.

Para su aplicación se utilizan encuestas y se puede elegir entre tres enfoques distintos: ordenamiento contingente, elección discreta y comparación por parejas; estos difieren en el diseño de los instrumentos de recolección de información y en la forma de analizarla (ver figura 3). En el ordenamiento contingente, también conocido como *ranking* contingente, las encuestas comparan y clasifican resultados alternativos de programas con varias características, incluyendo sus costos. Por ejemplo, se puede pedir a los encuestados comparar y ordenar varios programas de acuerdo con sus preferencias. En la elección discreta se muestra a los encuestados simultáneamente dos o más alternativas diferentes y sus características, además se les pide identificar la alternativa que prefieren para obtener como resultado una respuesta binaria basada en el modelo de utilidad aleatoria.

Figura 3. Enfoques de aplicación de la EC



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en MADS y Anla (2017).

Por último, la comparación de parejas constituye una variación del formato de elección discreta, donde se pide a los encuestados comparar dos situaciones alternativas y calificarlas en términos de sus preferencias. Por ejemplo, se puede pedir a los encuestados comparar dos programas de mejoramiento ambiental y sus resultados, que declaren cuál prefieren y si la opción es fuerte, moderada o ligeramente preferida a la anterior. La idea es que las personas clasifiquen sus preferencias entre diferentes atributos asignándoles valores a cada uno de ellos. La escala de valores va de 1 a 10, donde 1 es el preferido, 10 es el menos preferido y 5 es indiferente. Independientemente del formato elegido, las elecciones de los encuestados son analizadas utilizando técnicas estadísticas de elección discreta, para determinar el valor relativo de las diferentes características o atributos (MADS y Anla, 2017).

Una buena aplicación de EC requiere que se elija la pregunta de investigación adecuada, se realice un buen diseño experimental y se verifique la forma en que se van a obtener las preferencias. Esto implica la elaboración de un buen instrumento de recolección de información⁵, que constituye el paso más importante en la aplicación de EC (MADS y Anla, 2017). Para esto, antes de iniciar con su formulación se requiere investigar sobre el nivel de conocimiento y la percepción que pueden tener las comunidades sobre los BSE a valorar, así como la importancia de factores como calidad, cantidad, accesibilidad, disponibilidad de sustitutos en el presente y reversibilidad del cambio a generar con el proyecto.

Las encuestas de EC deben dar una descripción real y clara del escenario inicial y del cambio en los servicios ecosistémicos que generará el proyecto que se está considerando. El escenario debe indicar claramente si los niveles que están siendo valorados son mejoras sobre el *status quo* (estado inicial) o caídas en la oferta del bien, si son de naturaleza temporal o permanente. En el caso de que se tratara de bienes colectivos, los encuestados deben entender que están eligiendo un nivel de oferta dado para todos (Snowball, 2008). Considerar todos estos aspectos permite que la aplicación aproveche las ventajas y supere las limitaciones del método presentadas por autores como Farber y Griner (2000), Telser y Zweifel

(2002), Louviere, Flynn y Carson (2010), Hainmueller, Hopkins y Yamamoto (2014) y Rao (2014), que se relacionan en la tabla 2.

Más allá de la importancia de realizar un buen diseño del ejercicio y considerar las ventajas y limitaciones del método, a la hora de aplicar EC es fundamental considerar que la validez de los resultados que se obtienen de cualquier aplicación de preferencias declaradas depende de la habilidad del investigador para adaptar los postulados al contexto donde se aplica la evaluación ambiental. Solo así, los resultados capturarán con mayor precisión el valor que confieren los agentes a los BSE a afectar y el impacto que las intervenciones pueden tener sobre el bienestar colectivo. Así puede convertirse en insumo para la toma de decisiones de política que impacten de forma positiva la provisión de los BSE.

Tabla 2. Ventajas y limitaciones del método de EC

Ventajas	Limitaciones
El método puede utilizarse para valorar los resultados de una intervención como un todo, así como atributos o efectos aislados de la misma.	Existe una confusión entre este método y los experimentos de elección (EE). Una búsqueda cuidadosa de aplicaciones de <i>Conjoint Analysis</i> y <i>Contingent Election</i> deja en evidencia que en la mayor parte de los artículos encontrados ⁶ , “ <i>Conjoint Analysis</i> ” y “ <i>Contingent Election</i> ” son términos asociados a aplicaciones que se asemejan más a los EE, especialmente porque el diseño del instrumento de recolección de información contempla al precio como uno de sus atributos.
Una ventaja de este método es que no le pide a los encuestados hacer un <i>trade-off</i> entre calidad ambiental y dinero. En contextos difíciles esto permite capturar las preferencias de forma más precisa.	Puede ser difícil para los encuestados evaluar algunos <i>trade-offs</i> , porque no están familiarizados con el tema. Si se presentan muchas opciones o estas son muy complicadas, se dificulta la decisión y los encuestados pueden simplificar el problema, al sesgar los resultados del análisis estadístico. Esto puede hacer que el comportamiento de los agentes ante la pregunta de elección no recoja sus preferencias reales en el mercado.
Al pensar en términos de <i>trade-offs</i> , se quita el énfasis sobre el dinero, a lo que los entrevistados tienden a ser reacios. Además, los encuestados se sienten más cómodos haciendo <i>rankings</i> o clasificaciones de conjuntos que	Al no responder directamente por su DAP, traducir las respuestas de los encuestados a valores monetarios genera mayor incertidumbre sobre el valor que se confiere al bien o servicio de interés, lo que depende de la estrategia que diseñe el investigador.

una valoración en términos monetarios.

Al estar basado en un *ranking*, el método minimiza la aparición de valores simbólicos y valores protesta, entre otros.

El método ha sido criticado por no tener una relación directa con la teoría de la utilidad y por la dificultad a la hora de seleccionar el modelo econométrico que permita establecer correctamente las preferencias de los individuos y lograr que sus resultados se constituyan en una medida del bienestar.

Los instrumentos de recolección de información en EC hacen que los valores relativos sean más válidos para las decisiones de política cuando se deben aplicar estudios en contextos sociopolíticos difíciles.

No existe consenso sobre la forma de aplicación de la EC, tampoco una guía teórica clara para la selección de los atributos y los valores que se debe establecer para los mismos.

Esta última desventaja, sustenta el aporte de este capítulo. Por su tradición empírica en otros campos (Green y Rao, 1974; Johnson, 1974,1999; Luce y Tukey, 1964; Luce y Suppes, 1965; Louviere, 1988; Srinivasan, 1988), el método ha probado ser un instrumento valioso en los estudios de demanda que, como plantean MADS y Anla (2017) puede ser utilizado para la valoración económica de BSE en contextos en los que no es posible preguntar directamente por precios o DAP. Así, aparece la necesidad de crear una guía para su aplicación que sea un punto de partida en estudios futuros.

Aplicación del método: etapas, adaptación, formulación y análisis

En este apartado se explica paso a paso una aplicación de EC ideada por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG en el año 2015 para la evaluación ambiental de un futuro proyecto hidroeléctrico. El objetivo de este ejercicio de valoración fue encontrar una medida monetaria asociada al nivel de satisfacción que las comunidades del área de influencia declararon con los componentes ambientales que iban a ser intervenidos por el

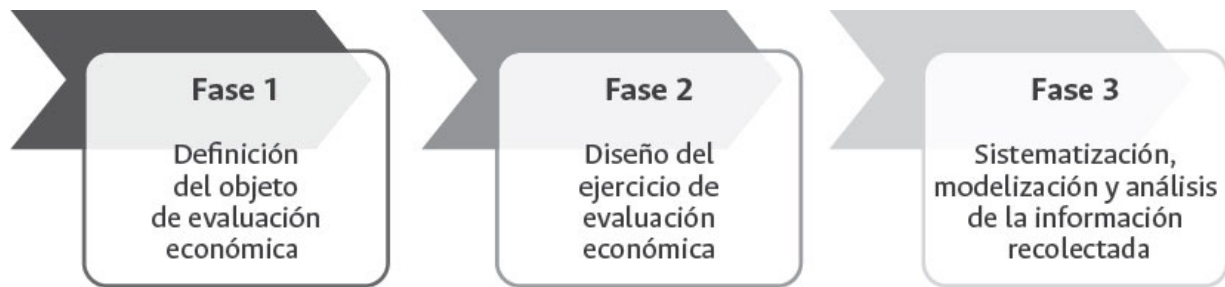
emplazamiento del proyecto hidroeléctrico, a fin de acercarse a una medida de las afectaciones sobre el bienestar.

Esta aplicación difiere de las tendencias de aplicación de métodos de preferencias declaradas en evaluación ambiental en tres aspectos que le permitieron adaptarse al contexto en que se realizó el estudio. En primer lugar, debido a las dificultades del entorno por resistencia de la comunidad, baja presencia del Estado, la forma en que estaban organizadas las comunidades y el no querer generar expectativas equivocadas en los entrevistados, se optó por no pedir a quienes participaron que asignaran un valor económico específico a cada característica o atributo. Por esta razón, se eligió EC y se diseñó un ejercicio que les permitiera declarar su nivel de satisfacción, a este nivel se le asignó una medida monetaria que, a su vez, les permitió hacer un *ranking* entre los atributos.

Para encontrar el nivel de satisfacción de la comunidad, en vez de una encuesta estructurada, como tradicionalmente lo hacen las metodologías de preferencias declaradas, se diseñó un taller que se aplicó a diferentes grupos del Área de Influencia Directa (AID) y del Área de Influencia Indirecta (AII). Se seleccionaron grupos focales conformados por líderes o personas claves en las veredas del AID y representantes de las administraciones de los municipios del AII del proyecto, quienes conocían y habían participado previamente de los procesos de información de los impactos y medidas de manejo del proyecto. También se incluyó en el ejercicio a un grupo de profesionales expertos que por su formación o experiencia conocían los proyectos hidroeléctricos.

El trabajo con estos grupos focales buscaba la representatividad de cada unidad territorial, pero sobre todo, realizar un trabajo con expertos que representaran las preferencias de otros miembros de sus comunidades. Esta decisión se justificó porque, de acuerdo con la teoría, en casos donde los grupos focales tienen información completa sobre las características del ecosistema o bien ambiental a valorar, las preferencias individuales convergen a aquellas preferencias expresadas por quienes tienen toda la información (Kontoleon, Macrory y Swanson, 2001). En la figura 4 se presenta el paso a paso seguido para la aplicación del estudio de valoración económica, que se irán detallando a continuación:

Figura 4. Etapas del ejercicio de valoración



Definición del objeto de evaluación económica

A partir de los impactos más relevantes generados por el proyecto en la población y mediante un trabajo de concertación en diferentes reuniones del Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, se definieron 6 atributos objeto de evaluación ambiental. Los profesionales tenían experiencia en la identificación de impactos ambientales en proyectos anteriores, además contaban con conocimientos específicos sobre la realidad de la zona, porque participaron de etapas previas del estudio de impacto ambiental (EIA) del proyecto. Los atributos definidos para el estudio se muestran en la figura 5.

Figura 5. Selección de atributos



Con respecto al tipo de valor por el que se indagó en cada caso, tal como se muestra en la tabla 3, se tiene que dos componentes estaban asociados a VNU (legado, opción y existencia) y los otros cuatro a valores de uso, por la relación directa que la comunidad tiene con ellos.

Tabla 3. Impactos asociados al cambio en cada componente ambiental

Componente ambiental	Tipo de Valor
Actividad económica	VU
Actividad comercial	VU
Paisaje	VNU
Empleo	VU
Fauna, flora. Ecosistema	VNU
Infraestructura	VU

Diseño del ejercicio de evaluación económica

En esta etapa se diseñó el instrumento de recolección de información: entrevistas semiestructuradas. De acuerdo con la literatura para el diseño de encuestas en otros métodos de preferencias declaradas en el campo ambiental (MVC y EE), se definieron los talleres de percepción del entorno *versus* el proyecto y los lugares de aplicación del ejercicio. El instrumento de recolección de información se estructuró en tres partes: 1. la primera preguntaba a cada entrevistado por su conocimiento del entorno y por los aspectos relacionados con los valores de uso y no uso; 2. en la segunda parte se presentó el escenario hipotético y se indagó por el nivel de satisfacción y los *trade-offs* entre atributos, según las preferencias del entrevistado y 3. la tercera parte indagaba por el perfil socioeconómico del entrevistado, específicamente: sexo, edad, nivel de estudios, ocupación, lugar de la entrevista y papel que el entrevistado desempeñaba en la comunidad. Esta última pregunta buscaba reafirmar el rol de expertos de los entrevistados. El instrumento de recolección de información contenía un guion para los entrevistadores con lenguaje coloquial, para que los entrevistados en la zona tuvieran una mejor comprensión y facilitara la tarea de declarar sus preferencias.

Para validar el instrumento de recolección de información se realizó una prueba piloto en la que se testaron tanto las preguntas como la forma de aplicarlas. De esta forma, se definió la aplicación del primer bloque de la entrevista de forma grupal, mientras que el bloque de valoración económica, donde los entrevistados declararon sus preferencias entre atributos, se hizo de forma individual para evitar sesgos de reputación e imitación que son comunes en estos casos (Snowball, 2008). Con el fin de reforzar la información previa que tenían los entrevistados sobre el proyecto, se prepararon materiales visuales de apoyo como fotografías, videos y mapas que mostraban los cambios en la morfología del río y las zonas de obras donde se ubicaría el proyecto.

Uno de los aspectos más relevantes en el proceso de recolección de información, fue presentar un cambio hipotético que reflejara los efectos que generaría el emplazamiento del proyecto en la zona, por tanto estas ayudas didácticas fueron de gran respaldo. En este caso, se estableció un

cambio hipotético dado por las modificaciones que podían generarse en cada atributo con el emplazamiento del proyecto. Así se pedía hacer *trade-offs* entre el estado actual del atributo y su estado una vez emplazado el proyecto (teniendo en cuenta las inundaciones por el embalse y las obras). Para encontrar la medida monetaria asociada con el nivel de satisfacción de los habitantes, se diseñó un ejercicio en el que se preguntaba a los grupos focales sobre el nivel de satisfacción de la comunidad con el proyecto con una calificación de 1 a 10, donde 1 era nada satisfecho y 10 muy satisfecho. Esto, al considerar que el nivel de satisfacción guarda una estrecha relación con el valor económico que otorgan los individuos a cada uno de los atributos.

De acuerdo con la respuesta del entrevistado, se le entregaron entre 1 y 10 monedas ficticias, cada una por valor de \$ 5.000 (ver figura 6). Así, el valor máximo (nivel de satisfacción 10) entregado a cada entrevistado sería de \$ 50.000. Esto permitió asociar un valor monetario al nivel de satisfacción de cada individuo sin preguntar directamente por la DAP o el precio. En efecto, si una persona afirmó tener un nivel de satisfacción de 7 se le entregaban 7 monedas que sumaban en total un presupuesto de \$ 35.000.

Figura 6. Moneda ficticia entregada en los talleres de valoración



Determinación del valor de las monedas y mapeo de preferencias

El posible emplazamiento del proyecto hidroeléctrico objeto de estudio generó muchas expectativas en la comunidad que dificultaban la aplicación de un método tradicional de preferencias declaradas por la probabilidad de que aparecieran muchos valores protesta que invalidaran el ejercicio. Se hizo necesario, entonces, aplicar un método que permitiera encontrar el valor económico de las afectaciones sin la pregunta de DAP que normalmente se utiliza en MVC o establecer un atributo precio, como en EE. Por tanto, EE fue la opción elegida.

Una vez determinada la metodología, diseñado el ejercicio y la encuesta, el paso más importante fue determinar el valor de las monedas que permitiría traducir el mapeo de preferencias en un valor económico. La determinación de este valor partió de información primaria y secundaria sobre las características socioeconómicas de la zona del proyecto, recolectada en etapas previas del EIA. Allí se encontró que en el año 2015 la población⁷ se dedicaba a actividades como la minería, cultivos mejorados, agricultura en pequeña escala, comercio, ganadería, arriería, pesca, entre otros.

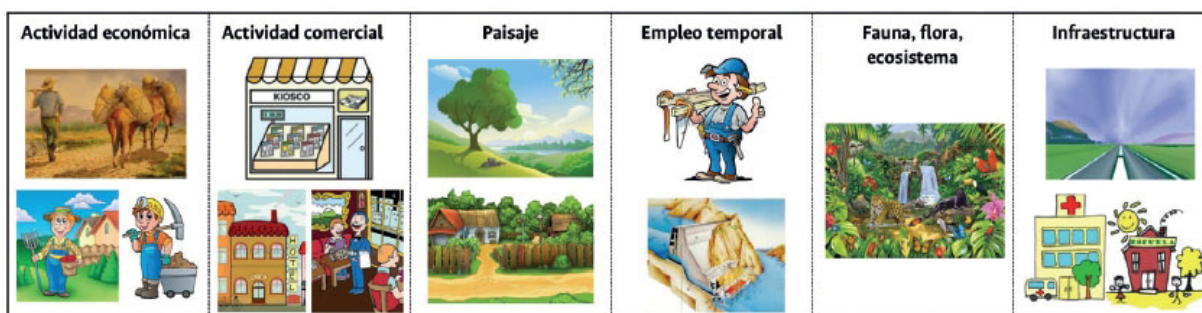
El análisis del nivel de ingreso de la población mostró que la minería y los cultivos mejorados eran las primeras actividades económicas en el AID del proyecto y según datos de la encuesta de minería, realizada por SAG (2015), el ingreso promedio mensual *per cápita* se situaba alrededor de \$ 1.000.000 mensuales. Sin embargo, se observó que en las actividades más importantes los ingresos no eran constantes y existía una baja propensión al ahorro. Además, se asumió que en las demás actividades económicas reportadas por los habitantes del área de influencia (pesca, ganadería, arriería, entre otros), los ingresos eran cercanos al salario mínimo, que en el año 2015 era de \$ 644.350.

Una vez establecidos estos ingresos medios, se analizaron estudios de valoración económica previos en proyectos similares y comunidades con características socioeconómicas cercanas a las de la comunidad a entrevistar. Esto permitió establecer un rango de valores para cada moneda, además al analizar el valor máximo que una persona con un nivel de satisfacción de 10 podría tener, se estableció un valor de partida (\$ 5.000) y de llegada (\$ 50.000) que correspondiera a un porcentaje de alrededor de

5% del ingreso de las personas, considerando que una porción del ingreso se destina a consumir la canasta familiar básica y a otros gastos (o ahorro). Bajo estos elementos, un monto de \$ 50.000 como presupuesto máximo entregado a los individuos que manifestaban estar completamente satisfechos con el proyecto, fue una cifra acorde con el nivel ingreso mensual *per cápita* de la zona y el valor por moneda se acercaba al que reportarían los entrevistados en caso de haberles pedido asignar un valor mínimo a cada moneda a través de una pregunta con formato abierto. Este valor fue validado mediante dos estrategias: la primera, la revisión de estudios de proyectos y comunidades similares para verificar que los valores asignados a las monedas no estaban muy alejados de los posibles resultados, si se preguntara a los entrevistados por su DAP. La segunda, la consulta del valor final con expertos al interior de la empresa.

Una vez se obtenía el nivel de satisfacción con el proyecto hidroeléctrico (entre 1 y 10) se entregaban las monedas a cada entrevistado y se le solicitaba hacer *trade-offs* entre diferentes atributos del entorno, distribuyendo las monedas de acuerdo con la importancia y preferencia que les concedían. Esto permitió mapear las preferencias de los entrevistados. Antes de que los entrevistados manifestaran su elección en la asignación de monedas a los atributos, se les pidió que pensaran en los efectos que podían darse en cada uno de ellos con el desarrollo del proyecto y asignarlas a aquellos que consideraban más importante mantener en buenas condiciones. Así, el ejercicio es un acercamiento a un *trade-off* no solo entre atributos, sino también entre el estado actual de los mismos y las posibles afectaciones que se generarán con el proyecto. Esta parte del experimento estuvo acompañada de una ficha ilustrada que buscaba mejorar la interacción con el entrevistado y lograr una respuesta más consciente y real (ver figura 7).

Figura 7. Ilustración de los atributos



Para la aplicación de los instrumentos de recolección de información se seleccionaron 8 lugares, cuya ubicación geográfica estratégica permitía a los entrevistados de las diferentes veredas asistir a las reuniones. Además, en estos sitios se desarrollaron los talleres de identificación y concertación de impactos y planes de manejo para el proyecto hidroeléctrico. Se realizaron también talleres en las cabeceras municipales del AII, con el fin de incluir las percepciones de las administraciones municipales y las organizaciones sociales. En la fotografía 1 se muestra uno de los talleres realizados y la aplicación de la entrevista.

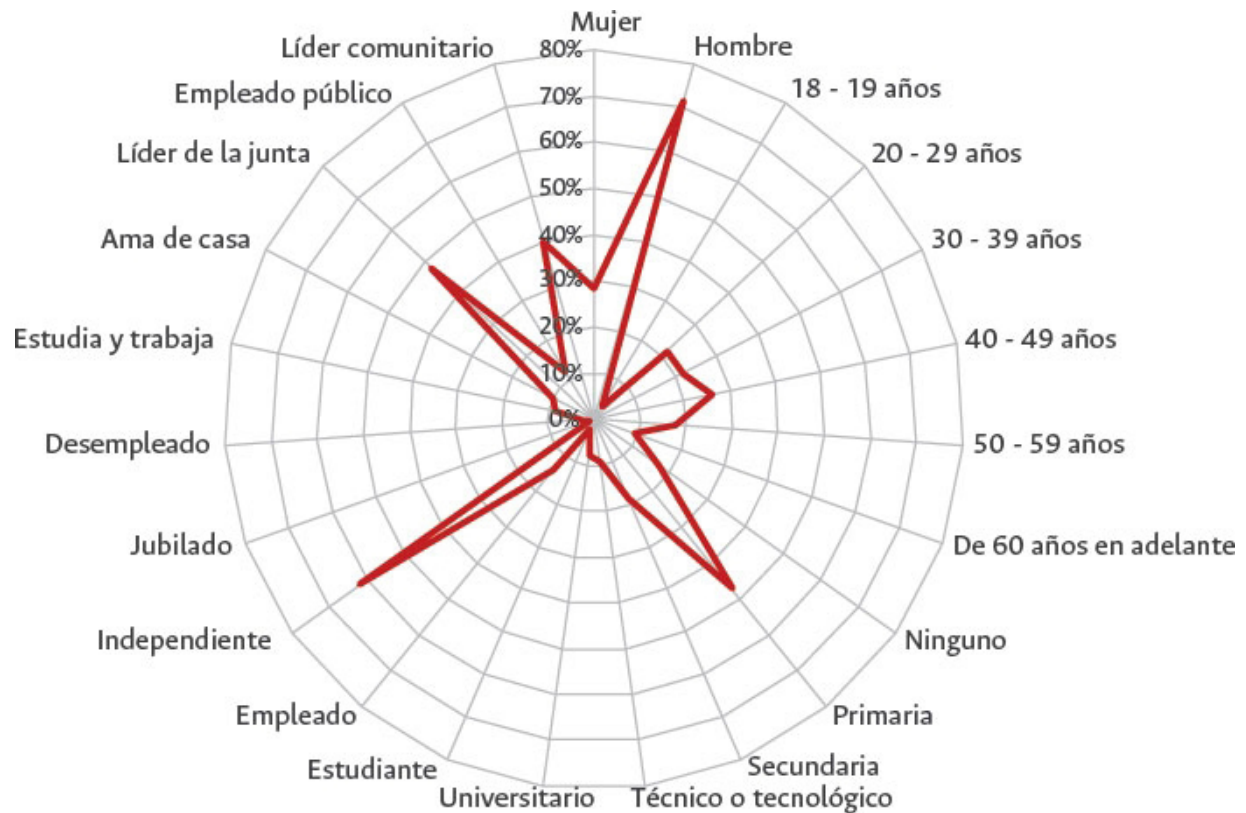
Fotografía 1. Aplicación del ejercicio de EC



Sistematización, modelización y análisis de la información recolectada

Con la información recolectada durante los talleres se construyó una base de datos de corte transversal para darle tratamiento estadístico. Inicialmente, se estableció el perfil socioeconómico de los entrevistados. Como se observa en la figura 8, de las 130 personas entrevistadas, el 71,54% eran hombres y 28,46% mujeres. Se destaca que el 17,05% de los entrevistados contaba con educación superior. Sin embargo, la mayor parte de estas personas pertenecían a las administraciones municipales. Casi dos tercios de la población entrevistada eran independientes, dedicados principalmente a la agricultura y la minería. Cerca del 50% de los entrevistados eran líderes de la Junta de Acción Comunal de sus veredas, esto debido a la forma como se seleccionó la muestra.

Figura 8. Características socioeconómicas de la muestra



Una vez codificados los valores de las variables, se formalizó un modelo de regresión logística (*logit*) utilizando el software econométrico *Stata 12*. Esto permitió analizar las preferencias de los entrevistados, al suponer que quienes manifestaron tener un mayor nivel de satisfacción, le asignaban un mayor valor económico a cada uno de los atributos considerados para el modelo. Los modelos *logit* permiten estimar la probabilidad π de que ocurra un evento como una función de varios factores explicativos, imponiendo una distribución logística sobre los datos (Borgonovi, 2004). La ecuación 1.1 presenta el modelo básico utilizado:

$$\text{Log} \left(\frac{\pi}{1-\pi} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad (1.1)$$

Donde,

$$\text{Log} \left(\frac{\pi}{1-\pi} \right) \text{ es } \text{Logit} (\pi) \quad (1.2)$$

$$\pi = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 X_1+\beta_2 X_2+\beta_3 X_3)}} \quad (1.3)$$

Los β_i son los parámetros del modelo y ε es el término de error. Para poder modelar los datos con este modelo de elección binaria, se asignó un valor de 0 a las respuestas de aquellos entrevistados que manifestaron un nivel de satisfacción entre 1 y 4 con el proyecto y de 1 a quienes dieron una respuesta entre 5 y 10. Así, la relación modelada está dada por:

$$Y = f(A, VU, VNU, C) \quad (1.4)$$

Donde:

Y: es el nivel de satisfacción de los habitantes de la zona por el proyecto hidroeléctrico. Información proveniente del segundo bloque de la entrevista.

A: representa el vector de atributos (actividad económica, paisaje, flora, fauna y ecosistema, empleo, actividad comercial e infraestructura) y la asignación monetaria que los individuos le otorgan a cada uno de ellos. Información proveniente del segundo bloque de la entrevista.

VU: percepciones de los valores de uso (como es el disfrute de las actividades y servicios directos) que los entrevistados tenían por el entorno en donde se ubicaría el Proyecto. Por ejemplo, actividad económica, usos del río, entre otros. Información proveniente del primer bloque de la entrevista.

VNU: percepciones de los VNU (valor simbólico, valor histórico, valor social, valor estético, valor espiritual, valor educativo y la experiencia compartida) que los habitantes le concedieron al entorno donde se ubicaría el proyecto hidroeléctrico. Por ejemplo, referentes culturales y patrimoniales, actividades de recreación, entre otros. Información proveniente del primer bloque de la entrevista.

C: vector de las características socioeconómicas del entrevistado: sexo, edad, nivel de estudios, ocupación, papel que desempeña en la comunidad, lugar de la entrevista. Información proveniente del tercer bloque.

Para Identificar las variables con mayor peso dentro del modelo, se aplicó una prueba de correlación a un nivel de significancia del 5%. Una vez definidas las variables se hicieron las estimaciones y las respectivas pruebas de validación y calibración del modelo. Según el nivel de satisfacción declarado en los talleres de percepción del proyecto frente al entorno, se estimaron las medias aritméticas de cada variable a través del procedimiento de Krinsky y Robb (1986) que permite encontrar un límite inferior y un límite superior para el VE, que se promedian para encontrar el valor económico medio (VEM). La tabla 4 presenta los resultados del VEM y la tabla 5 las medias muestrales para cada uno de los atributos incluidos en el modelo *logit*.

Tabla 4. VEM satisfacción

Medición	VEM	Límite inferior	Límite superior	Nivel de significancia alcanzado*	CI / Media
Media / Mediana	\$ 16.118	\$ 10.747,31	\$ 21.550,13	0,0053	0,67
* Nivel de significancia alcanzado para la prueba H0: VEM≤0 vs. H1: VEM>0					

Tabla 5. Media muestral de las variables explicativas del modelo

	Actividad económica	Fauna, flora y ecosistema	Empleo	Actividad comercial	Infraestructura
Media	\$ 11.000	\$ 5.000	\$ 4.800	\$ 4.500	\$ 6.000

El VEM encontrado con este modelo es de \$ 16.118, de acuerdo con el procedimiento Krinsky y Robb (1986) para hallar los intervalos de confianza al 95%, este valor podía estar entre \$ 10.747 y \$ 25.550. Las medias muestrales evidencian que el atributo más valorado por los entrevistados, por lo tanto, el que obtuvo un mayor VEM, es la actividad económica (\$ 11.000), seguido en orden descendente por los atributos infraestructura (\$ 6.000), paisaje (\$ 5.000), empleo (\$ 4.800) y, finalmente, el atributo menos valorado por los entrevistados fue la actividad comercial (\$ 4.500). Nótese que la diferencia entre el primer y el segundo atributo valorado es muy amplia (\$ 5.000) si se compara la distancia entre el penúltimo y el último atributo que es solo de \$ 300. Estos resultados revelan la importancia que le conceden los habitantes a la actividad económica y cómo el nivel de satisfacción con el proyecto hidroeléctrico en el AID estaba directamente relacionado con la forma en que se esta se vería afectada.

Una vez estimado el VEM se calculó el beneficio total, multiplicando el valor obtenido por el número total de habitantes de las poblaciones⁸ de los municipios del área de influencia que recibirían los impactos de forma directa, como se muestra en la ecuación 1.5 Como resultado se encontró una cifra de \$ 836.153.486.

$$\text{Beneficio Total} = (\text{VEM}) * (\# \text{habitantes a afectar}) \quad (1.5)$$

Al analizar estos resultados, el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG concluye que el valor económico encontrado para cada atributo muestra un comportamiento coherente de acuerdo con las especificidades de la zona y las preferencias que declararon los entrevistados en las preguntas abiertas. Ante la importancia concedida al atributo de actividad económica, sugirieron tenerlo en cuenta para la toma

de decisiones y el diseño de los planes de manejo y seguimiento, de forma que se contribuya adecuadamente al bienestar social de las poblaciones del área de influencia.

Discusión sobre la aplicación

El paso a paso para la aplicación de EC en la valoración económica ambiental de afectaciones generadas por proyectos de infraestructura y desarrollo es valiosa, en tanto presenta una alternativa para implementar métodos de preferencias declaradas sin que se pregunte directamente por un valor monetario y una propuesta de formato de pregunta para el mapeo de las preferencias que es dinámico y fácil de reproducir en casi cualquier contexto. La validez externa de este proceso depende de dos aspectos fundamentales: el primero, que pueda establecerse una relación entre la satisfacción y una medida del valor económico, porque el ejercicio indaga por el nivel de satisfacción. Segundo, identificar y corregir los retos que presenta la aplicación futura del método. Estos aspectos se discuten a continuación, se explica cómo la aplicación presentada supera algunas limitaciones del método y qué aspectos se deben fortalecer en el futuro.

- **Reflexión sobre el valor económico y la satisfacción**

La naturaleza y el origen del valor se han discutido en diferentes áreas del conocimiento⁹ desde antes de la aparición de la disciplina económica, pero es desde esta que se han logrado los aportes más importantes a la teoría del valor. La primera definición de valor económico apareció con *La Riqueza de las Naciones* de Adam Smith (1776), para quien el valor estaba dado por la cantidad de trabajo necesaria para producir un bien intercambiable, incluyendo el trabajo necesario para desarrollar cualquier capital real utilizado en la producción. Posteriormente, Ricardo (1817) afirmó que todos los costos de producción son costos laborales que se pagan de una forma directa o acumulándolos en capital, entonces los precios dependen de la cantidad de trabajo incorporado en los bienes o servicios.

En términos de Marx (1867): “ahora vemos que lo que determina el valor de cualquier artículo es la cantidad de trabajo socialmente necesaria, o el tiempo de trabajo socialmente necesario para producirlo” (p. 6). Esto se conoce como la teoría del valor-trabajo de los clásicos. Más adelante, Menger (1871) la criticó como incorrecta, expresando que el factor que determina el valor de un bien no es la cantidad de trabajo ni otros bienes necesarios para producirlo; sino la importancia que se le otorga basado en la satisfacción que se obtiene de él, específicamente, la satisfacción de las necesidades objetivas de los individuos.

Durante los últimos 60 años se ha definido el valor económico en términos de *trade-offs*: cuánto de un bien una persona está dispuesta a dejar de consumir para poder consumir otro. Estos *trade-offs* dependen del nivel de satisfacción total que el consumo de un bien puede generarle a un individuo y del coste de oportunidad. Esta definición difiere del valor objetivo de Menger, porque agrega una dimensión intrínsecamente subjetiva y contingente al concepto, a la vez que implica que lo que se mide cuando se hace referencia únicamente a la satisfacción de las necesidades objetivas es el VU: el valor económico medido como el precio de intercambio, en el que se puede utilizar dinero u otro bien numerario (Hanemann, 2007).

Al incluir una dimensión subjetiva, si se quiere calcular el VET se deben considerar también VNU para los que no existe un mercado. El interés en este tipo de valores apareció en los años 60, como parte de una tendencia que buscaba ampliar el alcance de las aplicaciones económicas a las decisiones de gasto público e inversión del gobierno, a través de los ABC. La formalización teórica de la valoración de no mercado aparece en los años 70, cuando se plantea una función de utilidad en la que un individuo racional maximiza su satisfacción con el consumo de dos bienes: un bien de mercado y un bien de no mercado por el que no tiene que pagar y del que no puede controlar el nivel al que tiene acceso (Ben-Akiva, McFadden y Train, 2016).

Incorporar conceptos subjetivos dentro de la satisfacción de un agente requiere también entender la dependencia del contexto en el que se crean las preferencias de los individuos, porque este determina los *trade-offs* que están dispuestos a hacer dependiendo del valor que le asignen a cada bien.

Esto se acompaña de la llegada de la economía del comportamiento, con la que se ha empezado a entender que los agentes no siempre son maximizadores implacables de la utilidad, ya sea en los mercados o en experimentos, que mina el estrecho vínculo entre los postulados de la teoría neoclásica de la utilidad del consumidor, el comportamiento de demanda y ha permitido mayor flexibilidad en los estudios, al favorecer la aparición de “más investigaciones que conecten la satisfacción declarada con medidas psicológicas o neurológicas de bienestar” (Ben-Akiva, McFadden y Train, 2016, p. 445)¹⁰ y el diseño de estudios que permiten mapear mejor las preferencias y acercarse al VET. Todo esto sugiere que, la pregunta realizada en el ejercicio propuesto guarda una estrecha relación con el valor económico tanto objetivo como subjetivo y puede acercarse a una medida del bienestar.

- **Retos para las aplicaciones futuras**

La aplicación presentada es prometedora, aunque persisten retos en la aplicación del método que están asociados a las limitaciones antes expuestas. La primera crítica al método (ver tabla 2) relacionada con las dificultades que enfrentan los entrevistados para evaluar algunos *trade-offs* porque no están familiarizados con el proyecto, se superó en recurrir a expertos, para garantizar un nivel de información suficiente que permitiera a los entrevistados evaluar el costo de oportunidad que cada elección representa. El tener un número limitado de monedas obligaba a los entrevistados a elegir aquella opción que realmente preferían. Además, al utilizar una pregunta de satisfacción para establecer un “presupuesto” inicial, asociaba una medida de valor a la decisión (*trade-off*).

En segundo lugar, la posibilidad de obtener resultados estadísticos sesgados, debido a un comportamiento equivocado de los agentes ante la pregunta de elección, al simplificar el problema cuando las opciones presentadas son demasiado complicadas, también fue tomada en cuenta en la aplicación. Al definir solamente seis atributos, presentar material visual para explicarlos de forma clara y utilizar un lenguaje accesible para quienes asistieron a los talleres, se garantizó que los entrevistados entendieran el problema al que se enfrentaban.

Con respecto a la confusión que existe entre este método y los EE, si bien esta es una preocupación justificada por múltiples estudios que utilizan ambos términos para referirse a los mismos diseños experimentales, como evidencia la búsqueda de la literatura, la aplicación presentada en este trabajo tiene un diseño que se asegura de tener diferencias claras con los EE: no tiene en cuenta diferentes niveles de los atributos y tampoco considera el precio como uno de ellos.

Un aspecto fundamental para el futuro es testar y fortalecer la estrategia para traducir las preferencias a valores monetarios, porque a pesar de establecer el valor de las monedas teniendo en cuenta aspectos socioeconómicos del contexto, con el consenso de algunos expertos y la revisión de trabajos anteriores, esto deja espacio a confusiones y sesgos que puedan tener los expertos seleccionados. En aplicaciones futuras se sugiere combinar la técnica con transferencias de beneficios, lo que facilita la primera etapa de encontrar un valor válido para el contexto y que los entrevistados entiendan dentro del ejercicio hipotético. Específicamente, se sugiere recurrir a la transferencia de valores promedio.

Esta técnica plantea tomar el valor promedio de los beneficios hallados en varios estudios anteriores, bajo el supuesto de que no existe un único estudio que se acomode a las necesidades del objeto a valorar en términos de similitud en las condiciones poblacionales, políticas y metodológicas. Por tanto, la probabilidad de que el promedio de los estudios se acerque al valor real es mayor que si se tuviera en cuenta solamente uno, reduciendo así sesgos de arbitrariedad (Boutwell y Westra, 2013).

Una de las principales críticas al método EC es la carencia de una relación directa con la teoría de la utilidad. En este sentido, uno de los aspectos que se debe estudiar con cuidado es que, para tener una relación directa con la teoría de la utilidad el *ranking* o *trade-off* que se haga en las aplicaciones del método tiene que incluir el estado actual del bien. En la aplicación, los *trade-offs* que hacen los entrevistados entre el estado actual de cada atributo y el cambio que se generaría en cada uno con la puesta en marcha del proyecto en la repartición de las monedas se acercan a esta formulación. Sin embargo, es deseable que aplicaciones futuras consideren de forma explícita el *Statu quo* para que se pueda establecer una relación

directa con las funciones de utilidad, pues tal como se hizo en el experimento existía la posibilidad de que los entrevistados tuvieran confusiones sobre el estado actual y las modificaciones sobre los atributos o solo declararan sus preferencias entre un atributo y otro.

Además, en el ejercicio no se presenta de forma explícita la naturaleza del cambio del *Statu quo*, que es negativo para el paisaje, fauna y flora y actividad económica y positivo para la actividad comercial, el empleo y la infraestructura. Si se tiene en cuenta esto, se recomienda especificar muy bien los elementos contenidos en la entrevista semiestructurada, para que el entrevistado entienda con claridad la diferencia entre afectaciones y mejoras en el nivel de provisión de los BSE intervenidos y, por tanto, sepa con certeza los efectos que tendrá el proyecto sobre su nivel de utilidad. Del éxito de estas explicaciones, dependerá la habilidad de la aplicación para representar tanto costos como beneficios ambientales y no solo beneficios como lo plantea la aplicación.

La dificultad para seleccionar el modelo econométrico o estadístico que permita establecer correctamente las preferencias de los individuos (Farber y Griner, 2000; Telser y Zweifel, 2002; Louviere, Flynn y Carson, 2010; Hainmueller, Hopkins y Yamamoto, 2014; Rao, 2014). En el caso de la aplicación ideada por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG (2015), el modelo econométrico elegido es utilizado con éxito en otros estudios de preferencias declaradas y es parte de los que se sugieren para las aplicaciones del método (MADS y Anla, 2017).

En aplicaciones futuras conviene, sin embargo, testear los resultados de diferentes modelos, especialmente modelos ordenados —*logit* y *probit*—, que permitan modelar mejor el *ranking* porque en la organización de los datos binarios se pierde información valiosa sobre la intensidad de las preferencias de los individuos. Además, se propone fortalecer la relación teórica entre el ejercicio y el tratamiento econométrico que se da a los datos, pues a diferencia de MVC, no se observa un enfoque teórico (como el de utilidad aleatoria) que permita relacionar el comportamiento económico del individuo al modelamiento econométrico.

Finalmente, si bien no supera completamente las limitaciones del método, el ejercicio del Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG

ha sido desarrollado testando cada etapa y validándolas con profesionales expertos en valoración económica ambiental. Esto garantiza su rigurosidad y lo convierte en un primer paso para la consolidación de una guía detallada para la aplicación del método, que de lograrse permitirán hacer aplicaciones del método que tengan como resultado un *ranking* confiable de las preferencias y una medida acertada de los cambios en el bienestar de los agentes, especialmente, cuando los proyectos de infraestructura y desarrollo se emplazan en contextos en los que es difícil la aplicación de métodos de preferencias declaradas tradicionales.

Conclusiones

Este capítulo propone un paso a paso para la aplicación del método de EC en los análisis de valoración económica que pretendan generar información para la administración del ambiente y los recursos naturales por parte de las autoridades ambientales, específicamente, aquellos que se emplazan en contextos sociales e institucionales complejos. Para esto, toma como ejemplo el caso de la evaluación económica de los impactos generados por un proyecto hidroeléctrico en Colombia, realizada en el año 2015 por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG.

Persisten aún retos como la asociación de una media monetaria, que puede ser superado al combinar el método con transferencia de beneficios para establecer el precio de la moneda; la elección del modelo econométrico más apropiado que puede lograrse estimando varios modelos para luego seleccionar el más adecuado y reafirmar la relación de los resultados con el nivel de utilidad de los entrevistados. Superar completamente estas limitaciones y lograr la consolidación de una guía, requiere que los especialistas en el tema critiquen, analicen y modifiquen el paso a paso que aquí se presenta.

Sin embargo, esta aplicación es valiosa porque el método que utiliza y la forma como está diseñada permite poner en perspectiva la naturaleza de las preferencias de los individuos que declaran el valor. El futuro de las investigaciones y aplicaciones en el campo de la evaluación económica de

impactos ambientales debe contemplar estos aspectos. Por esto es importante que aparezcan más ejercicios como el estudiado en este capítulo, donde se asume el reto de aplicar metodologías que difieren de las tradicionales y plantearlas para que estén en línea con las características institucionales y sociopolíticas del contexto, sin perder su rigurosidad.

Referencias

- Alriksson, S. y Öberg, T. (2008). Conjoint Analysis for Environmental Evaluation: a Review of Methods and Applications. *Environmental Science & Pollution Research*, 15(3), 244-257.
- Ben-Akiva, M., McFadden, D. y Train, K. (2016). *Foundations of Stated Preference Elicitation: Consumer Behavior and Choice-Based Conjoint Analysis*. Manuscrito no publicado, Berkeley: University of California. Recuperado de <http://eml.berkeley.edu/~train/foundations.pdf>
- Borgonovi, F. (2004). Performing Arts Attendance: an Economic Approach. *Applied Economics*, 36(17), 1871-1885.
- Boutwell, J. y Westra, J. (2013). Benefit Transfer: A Review of Methodologies and Challenges. *Resources*, 2, 517-527.
- Bridges, J., Hauber, A., Marshall, D., Lloyd, A., Prosser, L., Regier, D., Johnson, F. y Mauskopf, J. (2011). Conjoint Analysis Applications in Health – a Checklist: A Report of the ISPOR Good Research Practices for Conjoint Analysis Task Force. *Value in health*, 14, 403-413.
- Farber, S. y Griner, B. (2000). Valuing Watershed Quality Improvements Using Conjoint Analysis. *Ecological Economics*, 34(1), 63-76.
- Fisher, I. (1892). *Mathematical Investigations in the Theory of Value and Prices*. New Haven: Yale University Press.
- Freeman, M., Herriges, J. y Kling, C. (2014). *The Measurement of Environmental and Resources Values. Theory and Methods*. Nueva York: Taylor y Francis.

- Green, P. y Rao, V. (1974). Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data, *Journal of Marketing Research*, 8, 355-363.
- Green, P. y Srinivasan, V. (1990). Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice. *Journal of Marketing*, 54, 3-19.
- Hainmueller, J, Hopkins, D. y Yamamoto, T. (2014). Causal Inference in Conjoint Analysis: Understanding Multidimensional Choices Via Stated Preference Experiments. *Political Analysis*, 22, 1-30.
- Hanemann, M. (2007). *The Concept of Value in Economics*. Conferencia presentada en el European Forest Institute, Barcelona, España.
- Hicks, J. (1939). The Foundations of Welfare Economics. *Economic Journal*, 49, 696-712.
- Johnson, R. (1999). The Joys and Sorrows of Implementing HB Methods for Conjoint Analysis. Working Paper, Sequim: Sawtooth Software.
- Johnson, R. (1974). Trade-off Analysis of Consumer Values. *Journal of Marketing Research*, 11, 121-127.
- Kahneman, D. y Knetsch, J (1992). Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction. *Journal of Environmental Economics and Management*, 22, 57-70.
- Kontoleon, A., Macrory, R. y Swanson, T. (2001, agosto). *Individual Preferences, Expert Opinion and Environmental Decision Making: An overview of the issues*. Conferencia presentada en Symposium on Law y Economics of Environmental Policy, Londres, Inglaterra.
- Krinsky, I. y Robb, A.L (1986). On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. *Review of Economics and Statistics*, 68, 715-719.
- Louviere, J. (1988). *Analyzing Decision Making: Metric Conjoint Analysis*. Newbury Park: Sage.
- Louviere, J., Flynn, T. y Carson, R. (2010). Discrete choice experiments are not conjoint analysis. *Journal of Choice Modelling*, 3, 57-75.
- Luce, D. y Suppes, P. (1965). Preferences, utility and subjective probability. En Luce, Bush y Galanter (Eds.), *Handbook of*

- Mathematical Psychology* (pp. 249–410). Nueva York: John Wiley and Sons.
- Luce, D. y Tukey, J. (1964). Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 1-27.
- Marx, K. (1867). *Capital: A New Abridgement*. Oxford: Oxford University Press.
- Menger, C. (1871). *Principles of Economics*. Auburn: Ludwig von Mises Institute.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2017). *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía de aplicación de la Valoración Económica Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Rao, V. (2014). *Applied conjoint analysis*. Nueva York: Springer Heidelberg.
- Reutterer, T. y Kotzab, H. (1965). The Use of Conjoint-Analysis for Measuring Preferences in Supply Chain Design. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 27-35.
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. London: John Murray.
- Ryan, P., Scanlon, K. y MacIntosh, D. (2001). Analysis of dietary intake of selected metals in the NHEXAS-Maryland investigation. *Environ Health Perspect*, 109 (2), 121–128.
- Samuelson, P. (1983). *Foundations of economic analysis*. (Enlarged Ed.) Cambridge: Harvard University Press.
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Oxford: Clarendon Press.
- Snowball, J. (2008). *Measuring the Value of Culture. Methods and Examples in Cultural Economics*. Berlin: Springer.

- Srinivasan, V. A. (1988). Conjunctive-Compensatory Approach to the Self-Explication of Multiattributed Preferences. *Decision Sciences*, 19, 295-305.
- Telser, H. y Zweifel, P. (2002). Measuring Willingness to Pay for Risk Reduction: An Application of Conjoint Analysis. *Health Economics*, 11, 129 – 139.
- Thurstone, L. (1931). The Indifference Function. *Journal of Social Psychology*, 2, 139-167.

* Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; magíster en Economía de la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y estudiante del doctorado en Economía de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Correo electrónico: lygomezh@unal.edu.co.



CAPÍTULO 2. VALORACIÓN CONTINGENTE

ANDREY DAVID RAMOS RAMÍREZ*

Una de las mayores dificultades que enfrenta la valoración económica de BSE es la medición de intangibles y de VNU, debido a que los recursos a valorar generalmente son bienes públicos que no cuentan con un mercado en el que se puedan expresar las preferencias de los consumidores y su disposición a pagar por ellos (Riera, 2005; Osorio y Correa, 2009). Esto influye en la toma de decisiones orientadas a la utilización sostenible de los recursos naturales en las actividades económicas de importancia para la sociedad pues, en principio, no existen elementos comparables para establecer la viabilidad económica y ambiental de las iniciativas o proyectos.

Uno de los métodos de valoración económica más utilizados en los últimos 30 años para estimar el valor monetario de los valores de uso y de no uso asociados a los BSE en situaciones en las que el comportamiento de mercado no es observable es el MVC (Riera, 2005). El MVC, clasificado como de preferencias declaradas, consiste en simular un mercado hipotético donde los consumidores revelen la DAP por los beneficios que obtienen de una mejora ambiental o la DAA como compensación por una pérdida. La simulación del mercado se realiza a través del diseño de una encuesta, en la que se proponen escenarios hipotéticos de cambio en la calidad o

disponibilidad de los BSE y se indaga a los entrevistados por la DAP o la DAA ante los escenarios propuestos.

El MVC se ha consolidado como una herramienta útil para indagar las preferencias de los individuos por los bienes públicos hasta convertirse en un método de amplia aceptación para el análisis de política pública, especialmente con relación a la conservación y usos sostenible de los recursos (Whittington, 2002; Osorio y Correa, 2009). En el contexto del proceso de licenciamiento ambiental en Colombia, el MADS y la Anla recomiendan la aplicación del MVC para la valoración económica de los impactos generados por los proyectos de infraestructura y desarrollo sobre BSE que no tienen precios de mercado o cantidades de equilibrio necesarios para adelantar otro tipo de ejercicios de valoración económica. Específicamente, algunos de los elementos que podrían valorarse a través de este método son: las especies de flora y fauna, sitios históricos, patrimonio cultural, recursos hídricos, suelo, aire, paisaje, entre otros (MADS y Anla, 2017).

El origen del MVC se remonta a la década de 1940, cuando Ciriacy-Wantrup (1947) propuso la aplicación de esta metodología para cuantificar los beneficios económicos de prevenir la erosión y sugirió que la única forma de lograr este objetivo era a través de encuestas directas que indagaran con los demandantes potenciales por su DAP por acceder a cantidades adicionales del BSE. En principio, este planteamiento se mantuvo como una idea y no sería sino hasta la década de 1960 cuando el MVC empezó a ser aplicado en el ámbito académico para la estimación del valor económico de los bienes públicos. El trabajo pionero en este tema fue el de Davis (1963), quien valoró por medio del MVC el valor de los bosques de Maine (Estados Unidos) para los cazadores y amantes de la naturaleza. Desde entonces, el MVC empezó a adquirir relevancia en el campo de la economía ambiental como estrategia para la estimación del valor económico de los bienes de no mercado, como lo refleja la proliferación de trabajos en esta época, entre los que se destacan Ridker y Henning (1967), Krutilla (1967), LaPage (1968), Sarja (1969), entre otros.

En la década de 1980 los estudios de MVC trascendieron el ámbito académico y empezaron a ser tomados como evidencia para evaluar y tomar

decisiones legales (Osorio y Correa, 2009; Gothner y Rovira, 2011). Riera (1994) señala que la aplicación de esta metodología fue útil en Estados Unidos para valorar el cambio en el bienestar por efecto de las externalidades ambientales (Arrow, Solow, Portney, Leamer, Radner y Schuman, 1993), lo que justificó la formulación de leyes como la *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)* en 1980. En este periodo, la aplicación del MVC fue objeto de críticas acerca de su validez para calcular las compensaciones por pérdidas en los bienes ambientales, críticas que se basaban más que todo en la robustez teórica del método y los sesgos en la obtención de la información.

En respuesta a esta situación, en 1992 la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) convocó un panel de expertos en el que participaron reconocidos economistas como Robert Solow y Kenneth Arrow, ambos ganadores del Premio Nobel de Economía, para determinar si el MVC tenía validez a la hora de estimar los VNU en externalidades ambientales. En 1993, luego de una serie de discusiones, este grupo de académicos reconoció que, si bien no son exactos, los cálculos resultantes del método se corresponden con valores reales y, por tanto, son válidos para establecer el punto de inicio en el proceso de evaluación de daños causados a los recursos naturales (Osorio y Correa, 2009). Como resultado de este panel, se emitieron una serie de recomendaciones relacionadas con la elaboración del instrumento de recolección de información de manera que se redujeran los sesgos que pudieran distorsionar los valores estimados por el MVC.

El concepto de los expertos promovió la proliferación de aplicaciones del MVC para la valoración de bienes ambientales, así como su aplicación en otras áreas, como es el caso de los bienes de patrimonio cultural. La mayoría de estos estudios han sido aplicados en el contexto de países desarrollados, donde hay leyes firmes de protección del medio ambiente y la posibilidad de disponer de información es alta. No obstante, en América Latina y, particularmente, en Colombia se ha promovido recientemente la aplicación de este método directo de valoración para estimar el cambio en el bienestar generado por los impactos negativos y positivos de la acción

humana sobre los BSE tanto a nivel académico como en el ámbito institucional.

Una muestra de la relevancia del método en los diferentes contextos de valoración de bienes públicos en Colombia son las aplicaciones realizadas. Carriazo, Ibáñez y García (2003), por ejemplo, valoraron los servicios provistos por el Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) de Colombia a la economía nacional utilizando el MVC. Los servicios que se valoraron en el estudio fueron: la conservación del recurso hídrico, la generación de ecoturismo y la regulación del clima. Grajales (2005), por su parte, valoró económicamente la pérdida de bienestar de la población por la restricción al acceso de agua limpia derivada de la construcción de la infraestructura vial del Proyecto Hidroeléctrico Porce III.

Así mismo, Sepúlveda (2008) aplicó el MVC para la evaluación *ex post* de proyectos que impactan el bienestar de la población con información de los usuarios del Parque Ronda del Sinú para estimar la DAP de los habitantes por los servicios ambientales del parque. Tras corroborar la teoría, Barrera-Orjuela y Maldonado (2013) comprobaron la importancia de que los encuestados tengan pleno conocimiento del bien a valorar para la aplicación del método, esto por medio de la estimación del valor que los buzos recreativos (turistas especializados) asignan a un incremento de la superficie del Sistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia. Para esto se desarrollaron tres escenarios hipotéticos que permitieron evaluar la valoración que tienen estos usuarios de la protección de zonas marinas y el aumento del porcentaje de representatividad de los objetos de conservación.

El método también ha sido complementado con la incorporación de nuevas variables que incrementan la información obtenida por su aplicación. Por ejemplo, Roldán (2013) propuso la comparación del MVC con la valoración contingente espacial, con el objetivo de ver si el incluir variables espaciales cambia la estimación del valor económico. La comparación es realizada entre dos valoraciones aplicadas al caso del proyecto de restauración de humedales: Parque Lineal Los Molinos, Humedal de Córdoba, Humedal Juan Amarillo. Igualmente, es posible comparar los resultados del MVC con otros métodos indirectos como Costos de Viaje. Esta comparación fue realizada por Escobar y Erazo

(2006) que valoraron la conservación de la Reserva Natural del Bosque de Yotoco, y por Escobar y Ramírez (2009) que valoraron el Ecoparque Lago de las Garzas. En ambos estudios se corrobora lo previsto por la teoría económica, esto es, que la DAP obtenida en MVC es mayor a la obtenida por Costos de Viaje, ya que la primera permite capturar los VNU.

Estos estudios sientan un precedente en cuanto a la validez de la aplicación del MVC en el contexto colombiano para la estimación del valor económico de bienes públicos, específicamente de bienes ambientales. El presente capítulo se propone presentar el MVC como una técnica fundamental para la EEA, dentro del proceso de Licenciamiento Ambiental de proyectos de infraestructura y desarrollo en Colombia. La organización del capítulo es la siguiente: en el primer apartado se presentan los fundamentos teóricos del MVC, así como sus ventajas y limitaciones. El segundo apartado expone una aplicación del MVC para valorar económicamente la modificación paisajística por la construcción de una línea de transmisión en un contexto urbano, que fue realizada por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG en 2017. Finalmente, en el tercer apartado se presentan las conclusiones.

Fundamentos teóricos del MVC

Comportamiento del consumidor

El objetivo del MVC es cuantificar en términos monetarios el cambio en el bienestar por una mejora o una afectación en las condiciones de oferta de un BSE para el cual no existe un mercado real. El MVC propone simular un mercado para el BSE a valorar a partir de la definición de escenarios hipotéticos de cambio en la calidad o disponibilidad de éste. El comportamiento de los consumidores se recoge a través de una encuesta en la que revelan su DAP o DAA para mantener constante sus condiciones de bienestar (Riera, 1994). Los supuestos sobre el comportamiento de los consumidores en los que se fundamenta el MVC son según Mendieta (2005):

- El individuo es racional, pues maximiza su utilidad al tener en cuenta la restricción presupuestaria que está determinada por el ingreso disponible.
- El mercado hipotético definido por el cambio en la calidad o disponibilidad de los BSE está diseñado de tal manera que el comportamiento del individuo es equivalente al que se observaría en un mercado real.
- La información sobre los beneficios del bien es completa.

En la literatura existen diferentes formulaciones teóricas del MVC que permiten modelar matemática y estadísticamente el comportamiento de los consumidores en el mercado hipotético. Uno de los enfoques más referenciados es el desarrollado por Hanemann (1984), en el que la decisión de elección discreta del consumidor se elabora en el contexto de un modelo de utilidad aleatoria basado en McFadden (1980). Este modelo asume que los individuos obtienen utilidad de la disponibilidad y/o calidad del bien ambiental (h) y del ingreso (y); adicionalmente, se tienen en cuenta las características socioeconómicas (s) que son relevantes para explicar el comportamiento de los individuos en el mercado hipotético. El objetivo es comparar el nivel de utilidad en el estado inicial U_0 (cuando $h = h_0$, con el nivel de utilidad que se obtiene cuando se genera el cambio en la disponibilidad y/o calidad del bien ambiental U_1 (cuando h_1) propuesto a través del mercado hipotético. Formalmente:

$$U_0 = u(h_0, y, s) \quad (2.1)$$

$$U_1 = u(h_1, y, s) \quad (2.2)$$

El consumidor conoce su función de utilidad y en tanto agente racional persigue el objetivo de maximizar la utilidad sujeto a la restricción presupuestaria. El investigador, por su parte, no conoce las preferencias de los consumidores, aunque puede conocer la función de utilidad indirecta $V_i(h, y, s)$ que puede ser observable a partir de la información recolectada en el cuestionario. El modelo estocástico que plantea la relación entre el

valor real de la utilidad (inobservable) y la utilidad indirecta (observable) es de la forma:

$$U_i(h, y, s) = V_i(h, y, s) + \varepsilon_i(h) \quad (2.3)$$

Los individuos estarán dispuestos a pagar una cantidad de dinero p por una mejora en la calidad del BSE si el nivel de utilidad que obtiene en el nuevo escenario es mayor que el obtenido en el estado inicial¹¹. Formalmente, el entrevistado acepta realizar el pago si:

$$V_1(1, y - p, s) - V_0(0, y, s) \geq \varepsilon_0(0) - \varepsilon_1(1) \quad (2.4)$$

Donde los términos $\varepsilon_0(0)$ y $\varepsilon_1(1)$ son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas¹². En este sentido, la probabilidad de que el individuo responda afirmativamente a la pregunta sobre DAP en el cuestionario está dada por:

$$\Pr(Sí) = \Pr \{V_1(1, y - p, s) - V_0(0, y, s) \geq \varepsilon_0(0) - \varepsilon_1(1)\}, \quad (2.5)$$

$$\Pr(Sí) = \Pr(\Delta V \geq \eta) = F(\Delta V), \quad (326)$$

Donde ΔV es el cambio en la utilidad observada en los dos escenarios propuestos, η es la diferencia en los componentes no observables de utilidad y $F(.)$ es la función de distribución de probabilidad de η . En lo referente a la distribución de η , en la literatura se utilizan dos distribuciones de probabilidad que dan lugar a dos tipos de modelos: *logit* o *probit*. El modelo *logit* asume que η se distribuye logísticamente; mientras que el modelo *probit* asume una distribución normal estándar. La magnitud de las diferencias en las medidas del bienestar, tanto para el modelo *probit* como *logit* es irrelevante. Sin embargo, los investigadores suelen preferir más el modelo *logit*, porque admite mayor varianza en la distribución del término del error.

Una forma funcional particular que se asigna a la función de utilidad indirecta es una función lineal con respecto al ingreso disponible¹³, es decir:

$$V_0 = \alpha_0 + \beta y \quad (2.7)$$

$$V_1 = \alpha_1 + \beta(y - p) \quad (2.8)$$

En este caso, la media de la DAP es la suma de dinero promedio que el consumidor estaría dispuesto a pagar como mínimo para que su bienestar permanezca inalterado, es decir, cuando $\Delta V = 0$. Esta medida se obtiene como el cociente entre la utilidad fija y la utilidad marginal del ingreso, así:

$$p^* = E(DAP) = \frac{\alpha}{\beta} \quad (2.9)$$

Si se generaliza el procedimiento y se incluye el vector de características socioeconómicas del entrevistado ($\mathbf{s}$), entonces la medida de bienestar está dada por:

$$p^* = E(DAP) = \frac{\alpha^T \mathbf{s}}{\beta}, \quad (2.10)$$

Donde α^T es el vector de parámetros transpuesto asociado al vector de características $\mathbf{s}$ y β es el coeficiente del pago (utilidad marginal del ingreso).

El segundo enfoque desarrollado para modelar el comportamiento de los consumidores es el propuesto por Cameron (1988), quien planteó la medición del bienestar como la diferencia entre la cantidad de dinero sugerida en el cuestionario, la función de gasto evaluada con y sin probabilidad de acceso al bien. En este capítulo se opta por la formulación sugerida por Hanemann (1984) debido a que, como indican Vásquez, Cerda y Orrego (2007), en este último resulta más explícito el papel que juegan

los cambios en el bienestar en el proceso de decisión del individuo. Además, McConnell (1990) demostró que la parte determinística de estos dos enfoques son duales y la única diferencia entre ellos radica en el término aleatorio que se incorpora en las funciones.

Medidas de bienestar: variación compensada (VC) vs. variación equivalente (VE)

En la teoría microeconómica se han propuesto diferentes formas de expresar en términos monetarios el cambio en el bienestar de los consumidores por una transformación, mejora o degradación en las condiciones de oferta de los BSE (Riera, 2005). La medida tradicional de bienestar es el excedente del consumidor, que se define como la diferencia entre la DAP por el BSE y el precio que el mercado exige (Cerdeira, Rojas y García, 2007). El cambio en el bienestar generado por variaciones en el precio o en la cantidad del BSE se calcula a partir del cambio en el EC. No obstante, el excedente del consumidor como medida de bienestar tiene un inconveniente y es que no mantiene constante el nivel de utilidad (o de bienestar) del consumidor, sino el ingreso.

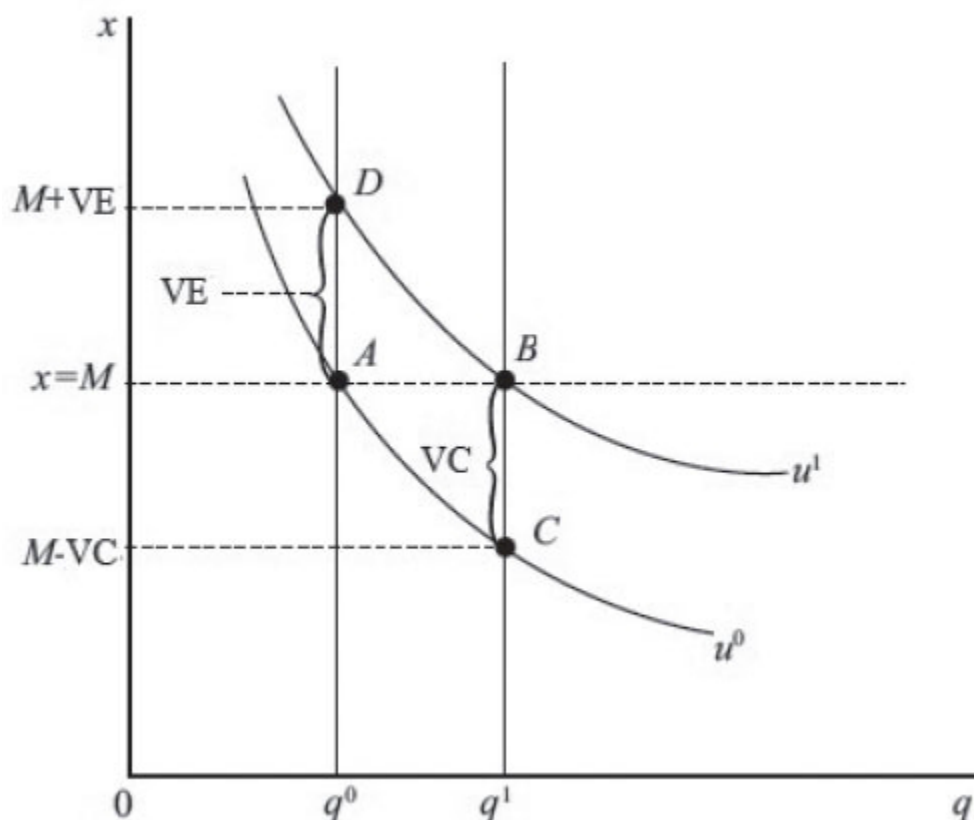
En la valoración contingente de BSE se emplean otras medidas compensatorias y equivalentes asociadas a las demandas hicksianas que mantienen constante el nivel de utilidad de los consumidores ante cambios reales o potenciales en las condiciones de los BSE: la VC y la VE. El objetivo del MVC es encontrar el valor de estas medidas de bienestar a partir de las respuestas sobre la DAP o la DAA, con base en la percepción del beneficio o del daño por parte del individuo (Mendieta, 2005).

La VC se define como la cantidad mínima de dinero que un individuo acepta de forma voluntaria por un cambio desfavorable en el estado del BSE o la cantidad máxima que está dispuesto a pagar por un cambio favorable (Cerdeira *et al.*, 2007). En la figura 9 se ilustra la VC por un cambio favorable en el BSE. La mejora ambiental del BSE se ve representada por el cambio en las cantidades de q^0 a q^1 que ubican al individuo en el Punto B, donde el nivel de utilidad es más alto (u^1) que el inicial (u^0). La VC sería la cantidad monetaria que el individuo está dispuesto a pagar para mantenerse

indiferente (es decir, sobre la misma función de utilidad) entre la situación inicial sin pagar ($x = M$) o disfrutar de la mejora ambiental al pagar por obtenerla. Esta medida corresponde a la distancia entre el punto B y el punto C. Es importante anotar que en este caso se realiza efectivamente el cambio y la situación final es en q^1 .

La VE, por su parte, es la cantidad máxima que un individuo pagaría para evitar un cambio desfavorable en el estado del BSE o la cantidad mínima que aceptaría para renunciar a un cambio favorable (Cerdea *et al.*, 2007). En la figura 9 se ilustra la VE por un cambio favorable en el BSE. De nuevo, la mejora ambiental del BSE se ve representada por el cambio en las cantidades de q^0 a q^1 que ubican al individuo en el Punto B, en el cual el nivel de utilidad (u^1) es más alto que el inicial (u^0). La VE sería la cantidad monetaria que el individuo estaría dispuesto a aceptar para mantenerse indiferente entre realizar el cambio o no realizarlo pero aceptando recibir esa cantidad de dinero. Esta medida corresponde a la distancia entre el punto D y el punto A. En este caso el cambio sobre el BSE es potencial y la situación final es la misma que la inicial (q^0).

Figura 9. Gráfica para ilustrar la VC y la VE



Fuente: Freeman *et al.* (2014).

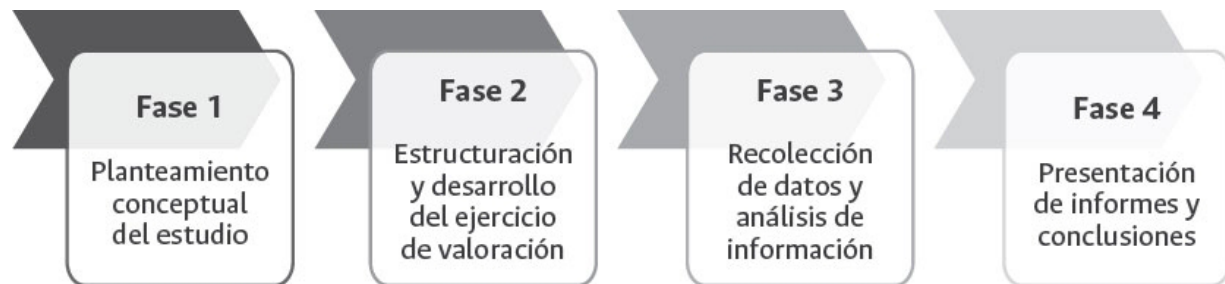
De acuerdo con los derechos de propiedad del consumidor sobre el BSE en cuestión, estas medidas pueden involucrar tanto pagos como compensaciones para mantener su utilidad en un nivel específico. En el caso de la VC, el individuo tiene derecho de propiedad sobre la situación inicial, mientras que en la VE el individuo tiene derecho de propiedad sobre el cambio (Freeman, Herriges y Kling, 2014). Generalmente, en la evaluación de políticas es de interés conocer los beneficios con respecto a la situación inicial, por eso es común que en los ejercicios de valoración contingente se indague por medidas compensatorias. En el desarrollo del enfoque de Hanemann que se presentó en el apartado anterior, la medida de bienestar que se estableció fue la DAP del individuo para mantener constante su nivel inicial de utilidad ante cambios favorables en la oferta de BSE, lo cual es, a la luz de lo expuesto, la VC. Para una revisión teórica

profunda del sustento microeconómico de las medidas de bienestar en los análisis de valoración económica se puede revisar Freeman *et al.* (2014).

Procedimiento en la aplicación del MVC

Generalmente la aplicación del MVC se desarrolla en las cuatro fases que se presentan en la figura 10 y que están estrechamente relacionadas entre sí (Kristrom y Riera, 1997). A continuación, se describen los elementos a tener en cuenta en cada una de las fases de desarrollo del estudio:

Figura 10. Procedimiento del MVC



Planteamiento conceptual del estudio

En la fase de planteamiento conceptual del estudio es importante definir plenamente los objetivos del ejercicio con el fin de enfocar hacia estos todas las estrategias conceptuales y metodológicas. Como lo plantean Kristrom y Riera (1997), esta etapa comprende la elección del modelo teórico (por ejemplo, si el estudio se realiza como parte de un ABC), la identificación del BSE objeto de la valoración económica, la definición del escenario de cambio hipotético sobre el BSE acorde con las necesidades del estudio, la identificación de la población potencialmente demandante que será la población objeto de estudio, la selección de la información que se proporciona al encuestado y la forma de transmitirse, las condiciones en la oferta del BSE y el formato de pregunta de DAA o DAP.

En el planteamiento del cambio hipotético de las condiciones de oferta del BSE es importante definir claramente si el escenario propuesto consiste

en un cambio favorable o desfavorable y los derechos de propiedad de la población con respecto a los escenarios iniciales o finales. De esta forma es posible determinar si a la población de interés se le indaga por su DAA o DAP y si el resultado que se obtiene es una VC o a una VE. De acuerdo con el desarrollo conceptual la DAA y DAP son equivalentes en términos de curvas de demanda; la diferencia entre ambos conceptos respecto al nivel de ingreso hace que tal equivalencia no sea tan evidente (Cruz, 2005). Sin embargo, Georgiou, Whittington, Pearce y Moran (1994) hacen una revisión de estudios empíricos en el campo de la economía ambiental y demuestran que los individuos tienden a valorar las pérdidas de manera mucho más fuerte que las ganancias; por tanto, optar por la pregunta sobre la DAP evita la probabilidad de que los entrevistados sobrestimen su valoración, como lo hacen cuando se les presenta un DAA que estaría en términos de sus beneficios.

Ahora bien, en la literatura sobre el MVC se han propuesto diferentes formatos para la pregunta sobre DAA o DAP. El formato más popular empleado en los estudios empíricos es el formato binario o *ad referendum*, que consiste en preguntar a los consumidores directamente su DAA o DAP por una cantidad monetaria determinada, esperándose una respuesta binaria Sí/No (Mendieta, 2005). El enfoque de Hanemann (1984), por ejemplo, está desarrollado para un formato de pregunta de este tipo. No obstante, existen otros formatos entre los que se destacan el formato abierto, el formato subasta, el formato múltiple, el formato iterativo, entre otros¹⁴.

Estructuración y desarrollo del ejercicio de valoración

En esta fase se contempla la elaboración del instrumento de recolección de información (encuesta) y el desarrollo de la logística del ejercicio directo (Mitchell y Carson, 1989; Carson, 2000; Whittington, 2002). La encuesta debe ser diseñada de tal forma que permita obtener información objetiva y precisa, es decir, que no dé lugar a ambigüedades, no contenga incentivos a comportamientos estratégicos y con “validez de confrontación” (Osorio y Correa, 2009); así se garantiza la calidad de la información que se utiliza en el estudio. Al respecto, Riera (1994) plantea que una buena encuesta de valoración contingente debería contener los siguientes apartados:

- Una descripción detallada del BSE que se va a valorar, de manera que el entrevistado esté en capacidad de evaluar objetivamente los cambios en la calidad o provisión que se proponen en el escenario hipotético. Según Mendieta (2005), esto permite que las respuestas sean consistentes y coherentes, al evitar que la respuesta final esté condicionada por el desconocimiento del estado inicial del BSE (sesgo del punto de partida).
- Una presentación del escenario de valoración económica en el que se describe el BSE, sus atributos y el escenario hipotético bajo el que puede ser proveído. En este apartado se incluyen las preguntas sobre la DAA o DAP según sean los cambios propuestos; el vector de pagos por el cual se indaga se define a partir de una revisión de literatura o de la aplicación de encuestas piloto. Es necesario que el escenario hipotético sea creíble para que el comportamiento del consumidor corresponda con su comportamiento en un mercado real y los valores reportados sean su valoración del BSE indagado. Cuando el entrevistado no tiene incentivos para ofrecer una respuesta correcta, pues no toma con la suficiente credibilidad el ejercicio, puede aparecer el sesgo de la hipótesis.

Un aspecto importante a definir en esta sección es el vehículo de pago, es decir, el mecanismo que se utiliza en el mercado hipotético para recolectar el monto que el encuestado está dispuesto a pagar o para entregarle la cantidad que está dispuesto a aceptar. Es fundamental que el vehículo de pago sea creíble para que los encuestados piensen que una vez comprometidos realmente tienen que cumplir con los acuerdos, al garantizar que estos respondan pensando que toda la población debe asumir la inversión necesaria para financiar la iniciativa propuesta en el escenario hipotético y evitar comportamientos de *free rider* (Vásquez *et al.*, 2007) que generarían sesgos en la aplicación (sesgo de vehículo de pago).

El diseño del mercado hipotético debe realizarse de tal manera que se eviten la aparición de este tipo de sesgos en las respuestas

(para una revisión profunda de los sesgos que se presentan en la aplicación del MVC, consúltese Mendieta, 2005).

- Un conjunto de preguntas sobre las características socioeconómicas del encuestado. Las preguntas que se incluyan en este apartado dependen del tipo de bien que se pretende valorar y el uso que se requiera para la información personal de los encuestados. Las respuestas tienen la doble finalidad de que el investigador comprenda mejor la valoración realizada por los encuestados, así como comprobar la coherencia existente entre estas. De igual forma, los datos obtenidos en este apartado sirven para caracterizar a las personas incluidas en el ejercicio como población objetivo.

En la fase de estructuración y desarrollo del ejercicio de valoración también debe tenerse en cuenta la definición del muestreo y la modalidad de aplicación de la entrevista. Con respecto a este último aspecto, existen diferentes métodos para implementar las encuestas entre los que se destacan las entrevistas cara a cara, las entrevistas telefónicas, los cuestionarios por correo, experimentos en laboratorio, entre otros (Mendieta, 2005). La elección de la modalidad de encuesta depende fundamentalmente del presupuesto con que cuente el investigador y del contexto social en el que se realiza el ejercicio de valoración. Las entrevistas personales, por ejemplo, son las más utilizadas debido a que le permiten al encuestador proporcionar información detallada y personalizada al entrevistado, no obstante, es la modalidad más costosa.

Recolección de datos y análisis de información

En la tercera fase, concerniente a la recolección de los datos, la literatura sugiere que antes de aplicar el cuestionario definitivo se requiere realizar un estudio piloto en una muestra de un tamaño alrededor del 20% de la muestra definitiva (Mendieta, 2005), donde sea posible observar el funcionamiento del instrumento a la hora de recolectar información y ajustarlo si es requerido. Si la pregunta de valoración es binaria, es oportuno comprobar las opciones del vector de precios propuestos

(Kristrom y Riera 1997; Mendieta, 2005). Esta prueba piloto, además, permite obtener una aproximación a las características del grupo social encuestado y tantee si la hipótesis del investigador acerca de la DAP es errónea. Una vez se ha probado y ajustado la encuesta, se puede proceder con la aplicación de esta a la muestra principal. En la fotografía 2, que se muestra a continuación, se evidencia el proceso de aplicación de encuestas.

Fotografía 2. Aplicación del ejercicio de MVC



La elección del modelo econométrico para analizar estadísticamente la información obtenida depende del formato de pregunta de valoración económica que se haya decidido aplicar. Si la pregunta es abierta, por ejemplo, se podrían estimar modelos de regresión lineal para encontrar las medidas de bienestar de interés. Por otra parte, en la valoración contingente tipo *referéndum* se pretende estimar la probabilidad de respuesta positiva de la variable dependiente que corresponde a la pregunta de DAA o DAP en el escenario de valoración (Osorio y Correa, 2009). Según Riera (2005) se puede asumir una distribución normal o logística para la verdadera DAA o DAP y según esta distribución se estima un modelo *probit* o un modelo *logit*.

Presentación de informe y conclusiones

Finalmente, la última fase corresponde a la presentación de informes y conclusiones del estudio. En efecto, es necesario interpretar los resultados de los modelos contruidos en la Fase 3 en el contexto de estudio que se aborda y, a partir de estos, estimar el VET que la sociedad le confiere a los BSE que están siendo evaluados. Estos resultados sirven para complementar el ABC que se esté realizando y son útiles para la orientación de políticas tendientes a la conservación de los recursos naturales.

Ventajas y limitaciones del método

La aplicación del MVC tiene una serie de limitaciones que pueden surgir en el diseño mismo del ejercicio de valoración económica o durante la recolección de información con el cuestionario. Las debilidades más importantes en la metodología están relacionadas con los sesgos en el diseño del cuestionario, el vehículo de pago, la percepción del contexto y la información suministrada, lo cual puede generar una sobreestimación de los valores (Riera, 1994; Hernández, 2010). Diamond y Hausman (1994) plantean que la principal debilidad del MVC tiene que ver con la capacidad de los encuestados para responder a lo que se les pregunta (credibilidad), con los sesgos en las respuestas y en la medida de valor de los encuestados (fiabilidad) y con la variabilidad de las respuestas (precisión).

Afortunadamente, es posible encontrar soluciones para casi todas las limitaciones del MVC si se realiza un adecuado diseño del instrumento de recolección de información (Osorio y Correa, 2009). En esta línea, Hanneman (1994) indicó algunas consideraciones teóricas y prácticas para la realización de encuestas más confiables a partir de aspectos como la determinación del tipo de muestreo, el análisis de los datos, la estructura del cuestionario y la formulación del escenario de valoración económica. En la tabla 6 se presentan las ventajas y limitaciones de la utilización del MVC para estimar el valor económico asociado a bienes y servicios no mercadeables como son los ambientales.

Tabla 6. Ventajas y limitaciones del MVC

Ventajas	Limitaciones
Es el único método que permite cuantificar VNU de los BSE.	Existe escepticismo con respecto a la veracidad de la conducta de los entrevistados pues no hay forma de contrastar los comportamientos en mercados reales. No obstante, se cuenta con una base teórica robusta al respecto.
Es el único que permite descubrir la compensación exigida para permitir un cambio de algo que deteriore el bienestar o renunciar a uno que lo mejorará.	Si el vehículo de pago no es creíble los entrevistados podrían pensar en evadir el aporte (sesgo del vehículo).
Los supuestos analíticos, complejos y a veces realistas, adoptados en algunos otros métodos de inferencia, no son necesarios cuando se utiliza una valoración contingente bien diseñada.	Cuando las encuestas se aplican cara a cara, el entrevistado tiende a sobrevalorar sus respuestas para quedar bien con el entrevistador (sesgo del entrevistador).
En la estimación del valor económico del bien de no mercado no se necesita establecer relaciones entre éste con bienes para los cuales sí existen mercados reales que ofrezcan evidencia.	Dado el carácter hipotético del escenario que se le plantea a los entrevistados, estos no tienen ningún incentivo para esforzarse en ofrecer una respuesta reflexiva y, por lo general, responden a la primera cifra de DAP o DAA que se les viene a la cabeza o que les sugiere el entrevistador (sesgo de la hipótesis).
Aunque la técnica precisa de analistas competentes y capacitados para hacer las estimaciones, la naturaleza de este estudio permite analizar y describir los resultados de forma sencilla. Así, los valores monetarios pueden ser expresados en valores promedio, <i>per cápita</i> , por hogar o como un valor agregado para la sociedad.	Los entrevistados persiguen algún interés particular y creen que con su respuesta pueden influir sobre los resultados finales del estudio, por lo tanto, adoptan un comportamiento estratégico (sesgo estratégico)
Permite realizar una valoración de un cambio discreto en el BSE, considerándolo como una unidad ecosistémica. De esta forma se facilita la comprensión del problema por parte de los entrevistados.	Deja de lado condiciones específicas o características particulares del BSE que pueden influir en la declaración de la DAP o la DAA.

Caso aplicado: afectación al paisaje por una línea de transmisión

En este apartado se presenta el ejercicio de valoración económica del impacto afectación al paisaje generado por la construcción de una línea de

transmisión de energía eléctrica en una zona urbana. Este estudio fue realizado por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG y se presentó ante la Anla en el marco del proceso de licenciamiento del proyecto, concediéndole la Licencia Ambiental mediante la Resolución No. 0781 del 29 de Julio de 2016 y la Resolución 0433 del 21 de abril de 2017. A continuación, la presentación de este estudio se realiza siguiendo las cuatro fases descritas en el apartado anterior.

Planteamiento conceptual del estudio

El objetivo del estudio es encontrar a través del MVC el valor económico asociado a la afectación al paisaje¹⁵, impacto que se genera sobre el medio ambiente por la construcción de una línea de transmisión de energía eléctrica en la zona urbana del Valle de Aburrá. La población demandante son los habitantes del AID del proyecto, quienes perciben directamente el cambio en su paisaje cotidiano y, por tanto, estarían dispuestos a pagar una cantidad monetaria para retornar a las condiciones iniciales de bienestar, es decir, al nivel de utilidad que obtienen sin la afectación sobre este componente ambiental. Adicionalmente, se considera a los líderes institucionales de los municipios por los cuales atraviesa el proyecto, quienes tienen información técnica sobre las consecuencias ambientales generadas y podrían expresar su opinión aun cuando no residan en el área de influencia. Estos líderes institucionales son considerados como los no usuarios en el análisis y se incluyen según las aplicaciones de Cerda, García, Bahamondez y Poblete (2010), así como de Espinal (2013) para atender a las recomendaciones de la Anla de incluir en los estudios de valoración económica por técnicas directas a las Administraciones Municipales.

El escenario base en el análisis de valoración económica de este estudio es la construcción de la línea de transmisión aérea que afecta el paisaje del territorio con una probabilidad del 100%. El escenario hipotético de cambio que se propone es construir la línea de forma subterránea. Con esta alternativa, aunque los costos de construcción se incrementan, se evita completamente la modificación paisajística para retornar a los individuos al

nivel inicial de bienestar. Nótese que el cambio hipotético sobre la oferta del BSE es un cambio potencial favorable, pues con la línea subterránea se evitaría la afectación sobre el paisaje. Adicionalmente, los individuos tienen derecho de propiedad sobre las condiciones finales de bienestar, es decir, pueden decidir si prefieren un paisaje sin alteración. Por lo tanto, a la población demandante se le debe indagar por su DAP para evitar la afectación sobre el BSE, es decir, para financiar la construcción de la línea de transmisión subterránea. La medida de bienestar resultante corresponde a una VE.¹⁶

Se propone que la contribución voluntaria (DAP) sea por una única vez y que se recaude en la cuenta de servicios públicos, debido a que esta factura llega a todos los hogares, es de obligatorio pago y los encuestados están familiarizados con ella. De esta forma se evitan confusiones y se logra que los individuos tengan mayor certeza de que todos los involucrados en la iniciativa, una vez comprometidos, deberán realizar el pago. Los recursos serían administrados por el operador del servicio eléctrico en la región. El escenario hipotético que se presenta a los encuestados se describe completamente el cuadro 1.

Cuadro 1. Escenario hipotético para la aplicación del MVC¹⁷

El proyecto consiste en la construcción de una línea de transmisión de energía eléctrica en el área periférica del Valle de Aburrá. Con este proyecto se busca fortalecer el Sistema de Transmisión Nacional de Energía para brindar mayor confiabilidad y disponibilidad de energía, de manera que se pueda responder al crecimiento de la demanda en el Valle de Aburrá y en el resto del país. Al buscar la prestación del servicio de manera continua, se aporta a la calidad de vida de los tradicionales y nuevos pobladores, además de dar soporte al desarrollo productivo, tecnológico y económico dentro y fuera del área de influencia del proyecto.

El emplazamiento del proyecto, aunque es importante para el desarrollo del país, trae consigo algunos impactos ambientales que pueden ser difíciles de valorar económicamente y que pueden tener efectos en el bienestar de los pobladores de las unidades territoriales que conforman el área de influencia directa. Es importante destacar que para que el proyecto constituya un proceso de desarrollo sostenible es necesario implementar acciones conjuntas y encontrar consenso entre el Estado, los agentes privados y la sociedad, de forma que se mejore el bienestar tanto de las generaciones presentes como de las futuras.

A continuación, se le va a plantear una situación completamente hipotética que no implica ningún compromiso para usted frente al proyecto ni por parte de la empresa encargada de ejecutarlo. Sin embargo, es necesario que se comporte como lo haría en una situación de mercado, es decir, que al momento de tomar sus decisiones y responder a las preguntas que se le van a hacer tenga en cuenta sus ingresos, sus gastos y sus preferencias reales. Los resultados obtenidos serán útiles para estimar la cuantificación económica del impacto “Afectación al paisaje”.

Para minimizar los cambios por la Afectación del paisaje en el área de influencia directa del proyecto, se propone un cambio en el tipo de infraestructura a utilizar, pasando de construir una línea de transmisión aérea a una línea soterrada. Sin embargo, la inversión en una línea subterránea es 10 veces superior a la inversión programada inicialmente al considerar la línea aérea y como lo que se busca es evitar cambios en el bienestar social, se propone el aporte de todos los agentes cercanos al proyecto, es decir, instituciones estatales, privados, y comunidad en general, para llevarlo a cabo. El aporte monetario que realiza la comunidad en general, será por una única vez durante toda la vida útil del proyecto y se recolectará a través de una factura que le llegará a su domicilio (como puede ser la factura de servicios públicos).

El escenario de cambio propuesto se justificó teniendo en cuenta la revisión de otros estudios que presentan una aplicación del MVC donde se considera este mismo escenario y en los cuales se argumenta que las afectaciones generadas por las líneas subterráneas en los ecosistemas, en el espectro socioeconómico y en la salubridad de las personas son menores que las generadas por las líneas aéreas. En la tabla 7 se relacionan los estudios encontrados, así como el contexto en el que fueron realizados — todos ellos en Europa— y las DAP estimadas para cada caso. Ahora bien, aunque se reconoce que las líneas subterráneas pueden tener otros efectos ambientales que no necesariamente son paisajísticos, en el ejercicio se le hizo énfasis a los encuestados en que el aporte que realizan es para evitar la afectación de paisaje solamente, al mantener constante las posibles afectaciones sobre otros elementos ambientales y garantizar que la respuesta correspondiese explícitamente a la DAP para evitar afectaciones sobre el paisaje. La construcción de la línea subterránea se propone como una alternativa técnica viable, que puede ser comprendida fácilmente por los entrevistados en términos de las afectaciones sobre el paisaje.

Tabla 7. Estudios de referencia con aplicación del MVC

Estudio	Contexto	DAP (Año/Hogar) en moneda del estudio original	DAP (Año/Hogar) en moneda colombiana a PPP 2017
Marazzi, M. y Tempesta, T. (2005)	Padova y Vicenza (Italia) - 2002	70,45 €	\$ 137.912
Atkinson, G., Day, B. y Mourato, S. (2006)	Gran Bretaña (Inglaterra y Gales) - 1999	58,12 £	\$ 115.515
Navrud, S., Ready, R., Magnussen, K. y Bergland, O. (2008)	Oslo, Noruega - 1999	199,20 NOK ¹⁸	\$ 30.960
Girardi, P., Maran, S. y Brambilla, C. (2010)	Diversas líneas de transmisión (Italia) - 2009	75,00 €	\$ 136.387

Como se indicó anteriormente, la pregunta central para valorar el impacto de interés es la DAP, para que no se genere la afectación sobre los BSE relacionados con el paisaje. En este caso, la pregunta sigue un formato *Referéndum*, debido a que se indaga directamente al entrevistado si está dispuesto o no a realizar una contribución voluntaria por un único valor monetario propuesto en la encuesta para que la línea se construya de forma subterránea y la “afectación del paisaje” sea completamente evitada. La pregunta textual fue:

- ¿Le gustaría hacer una contribución monetaria de \$ XXXX para que la Línea de Transmisión sea construida de forma subterránea, minimizando el cambio en la calidad paisajística de la zona?

En el ejercicio se pidió a los encuestados tener en cuenta sus ingresos, sus gastos y sus preferencias como si se enfrentaran a una situación real de mercado, en la que sus contribuciones serían gastos adicionales en su canasta de consumo (en caso de responder positivamente), que deben ser cubiertos de acuerdo con su poder adquisitivo.

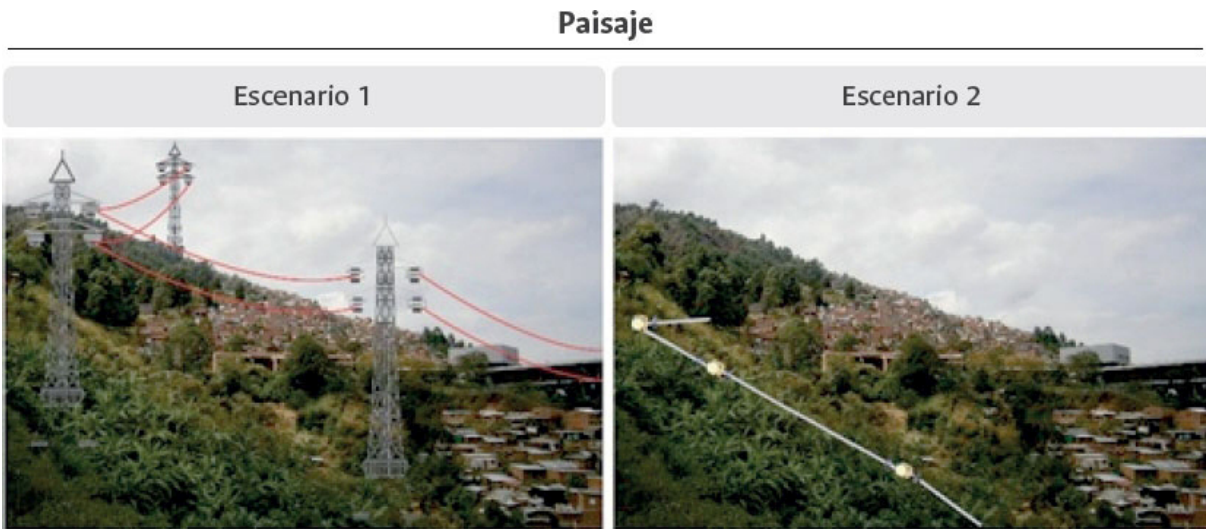
Estructuración y desarrollo del ejercicio de valoración económica

La segunda fase de la aplicación del MVC consiste en la elaboración del instrumento de recolección de información y el desarrollo de la logística del ejercicio. En este ejercicio, la recolección de la información utilizada en el cálculo del valor económico de la afectación del paisaje se realizó por medio de encuestas cara a cara, donde los líderes comunitarios e institucionales manifestaron sus opiniones y preferencias sobre los aspectos indagados. Esta modalidad de entrevista tiene la ventaja de resolver las dudas relacionadas con el ejercicio que surjan durante la aplicación del cuestionario, al tiempo que facilita el uso de material gráfico para comprender el BSE a valorar —en este caso el paisaje—, así como el escenario hipotético planteado. De esta manera se garantiza que el encuestado tenga la información necesaria para que sus respuestas se aproximen, tanto como sea posible, a una elección real de mercado (Riera, 1994).

El cuestionario definitivo estuvo compuesto por tres secciones¹⁹ como lo recomiendan Riera (1994) y Mendieta (2005): i) *Sección I*: Descripción del BSE a valorar, con el que se busca familiarizar al entrevistado con el contexto, ii) *Sección II*: Ejercicio de valoración económica, en el que se realizan las preguntas de DAP y iii) *Sección III*: Perfil socioeconómico de los entrevistados. Para que los encuestados entendieran mejor el escenario hipotético planteado, es decir, el cambio de construcción de una línea aérea a una línea subterránea, la aplicación de las encuestas individuales se acompañó de un material visual que facilitó la comparación de los cambios por la “afectación del Paisaje” en los dos escenarios (ver figura 11). Con este material se enfatizó en que el proyecto se ubica en una zona de frontera entre lo rural y lo urbano, por eso fue importante que los entrevistados tuvieran presente que los cambios sobre el paisaje se daban en un área previamente intervenida.

En el caso de las características sociodemográficas por las que se indagó en la *Sección III*, estas son útiles para caracterizar la muestra y controlar otros factores —diferentes al monto de la contribución— que afectan la DAP. Los aspectos sobre los cuales se indagó fueron: sexo, edad, nivel de estudios concluidos, estado civil, principal actividad económica e ingresos mensuales personales.

Figura 11. Material visual de ayuda en el ejercicio de valoración



La elección de la muestra a la que se le aplicó la encuesta se realizó por medio de un muestreo estratificado, debido a que la alta heterogeneidad de la población de estudio implicaría un mayor esfuerzo muestral para obtener una buena precisión. Para recolectar mejor información con tamaños muestrales menores, este tipo de muestreo propone dividir la población en grupos, bloques o estratos, que sean internamente homogéneos; pero externamente heterogéneos, de modo que se obtenga una mayor representatividad de la población (Fuller, 2011).

Algunas ventajas del muestreo estratificado que justifican su elección en este estudio son:

- Permite obtener información más precisa de diferentes subpoblaciones que varían en tamaño y características entre sí; pero que internamente son homogéneas.
- Reduce el error de muestreo al dividir la población heterogénea en estratos homogéneos.
- Cuando se requieren estimaciones para diferentes áreas geográficas, permite encontrar una representación proporcional al tamaño total de la población.
- En este sentido, el tamaño de la muestra (n) se obtiene aplicando la ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * N + Z_{\alpha}^2 * p * q}, \quad (2.11)$$

donde N es el tamaño de la población, Z_{α} es el valor crítico de la distribución normal estándar asociado al nivel de confianza $1 - \alpha$, p es la proporción esperada de respuestas afirmativas, $q = 1 - p$ y d es el nivel de precisión. Tomando como referencia el tamaño total de la población calculada en 111.013 personas (correspondiente a los habitantes del AID del proyecto), un nivel de confianza del 92%, un error esperado del 8% y una proporción de respuestas afirmativas del 50%, el tamaño de la muestra se calculó en 106 observaciones entre líderes comunitarios del AID del proyecto y líderes institucionales²⁰.

Recolección de datos

Previo a la aplicación de los cuestionarios definitivos se realizaron dos encuestas piloto para probar el funcionamiento de los instrumentos y verificar que las preguntas fuesen perfectamente inteligibles para los entrevistados. El objetivo de este procedimiento es ajustar los aspectos más inciertos de la encuesta y consolidar un instrumento final robusto que garantice la obtención de la información necesaria para realizar el ejercicio de valoración económica; además, se constituye en un entrenamiento en campo para los encuestadores que van a aplicar el cuestionario final.

La primera prueba piloto contó con la participación de 23 líderes de las unidades territoriales del AID del proyecto. La aplicación de esta prueba fue grupal y permitió percibir la reacción de la comunidad frente al escenario hipotético propuesto. El aspecto más importante a resaltar de esta primera prueba fue que la comunidad sugirió incluir los costos de la línea subterránea, que les brindase información más completa para comparar el escenario hipotético con el estado actual. En la segunda prueba piloto se aplicaron 25 cuestionarios individuales a miembros de la comunidad del AID del proyecto. En este ejercicio se tuvo en cuenta que los participantes,

además de conocer el proyecto, hubiesen asistido a las reuniones de socialización y participación en las etapas del EIA del proyecto. De esta forma se garantiza un mayor conocimiento del contexto y una mejor información para la toma de decisiones.

Las pruebas piloto sirvieron también para definir el vector de pagos utilizado en el cuestionario final. En esta etapa, la pregunta de la DAP fue abierta buscando que la misma comunidad revelase de manera autónoma el valor monetario de las contribuciones, considerando sus ingresos, gastos y preferencias. En la tabla 8 se presenta el valor de la media de la DAP calculada en las dos pruebas piloto. Según se observa, cuando en el cuestionario se incluye información sobre los costos de la línea subterránea (Prueba 2), la media de la DAP para el impacto analizado crece significativamente. Esto indica que cuando los entrevistados conocen esta información, piensan que su contribución debería ser más alta para participar efectivamente en la financiación de este tipo de proyectos.

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas se fijaron tres (3) valores cerrados para el monto de la DAP. De la Prueba 1 se fijó un límite inferior de \$ 40.000; mientras que de la Prueba 2 se fijó un límite superior de \$ 130.000; adicionalmente, se consideró un valor intermedio de \$ 85.000. Estos valores se preguntaron aleatoriamente a los individuos seleccionados en la muestra.

Tabla 8. DAP promedio estimada en las pruebas piloto

Variable	Prueba 1	Prueba 2
DAP Paisaje	\$ 46.535	\$ 132.146

Una vez terminado el diseño de la encuesta es fundamental garantizar que su aplicación esté exenta de sesgos y que pueda capturar las preferencias reales de los encuestados y el comportamiento que tendrían en un mercado real. Para evitar el sesgo del entrevistador, la capacitación de los encuestadores y la homogeneización del discurso son elementos fundamentales. Por esta razón, el cuestionario a la comunidad fue aplicado

por economistas con experiencia en encuestas de ejercicios de preferencias declaradas, quienes utilizaron como base un guion previamente validado con profesionales sociales y ambientales de SAG y la empresa dueña del proyecto.

Las encuestas a la comunidad y a los líderes institucionales fueron aplicadas en un espacio de tres (3) meses en el año 2017, pues es necesario que la información se recoja en un periodo corto de tiempo para evitar cambios en la población de interés o en sus preferencias. En total se encuestaron 108 miembros de la comunidad pertenecientes al área de influencia del proyecto y 27 funcionarios de las Alcaldías de los municipios por los que cruza el proyecto, con que se conformó una muestra estadística representativa para realizar el cálculo del modelo probabilístico para estimar la DAP por el paisaje.

Los cuestionarios diligenciados se sistematizaron en una base de datos en Excel para darle el tratamiento estadístico correspondiente. En las filas se ubicaron la medición de las variables de un mismo individuo, mientras que en las columnas se ubicaron las mediciones de una misma variable para los diferentes individuos. Con esta información se construyeron datos de corte transversal, que son datos estáticos medidos en un período fijo, donde diferentes individuos manifiestan sus elecciones en un escenario de mercado hipotético. Una vez codificados los valores de las variables, la información de la base de datos fue procesada utilizando el software econométrico *Stata 13*.

Análisis de la información y presentación de informes

Variables

A continuación, se presenta la última fase de la aplicación del MVC para valorar económicamente la “afectación del paisaje”, correspondiente al análisis de la información y presentación de los resultados. En el estudio se identificaron 12 variables, como se indica en la tabla 9. La variable dependiente corresponde a la disposición a realizar una contribución monetaria para que la línea sea subterránea y se disminuyan o prevengan

los efectos sobre el paisaje (DAP Paisaje). En las variables explicativas, por su parte, se considera el monto de la contribución a la que se enfrentan los individuos, así como las variables socioeconómicas por las cuales se indagó en la encuesta: ingreso, nivel de estudios, sexo, edad, ocupación y estado civil. Adicionalmente, se consideran dos variables que indican la disposición de los individuos a conservar las áreas protegidas y proteger la fauna y flora del territorio. Estas variables pueden entenderse como de conciencia ambiental del entrevistado, en la medida en que indagan por el interés de involucrarse directamente, a través de un aporte monetario, en iniciativas para proteger los diferentes componentes ambientales de su territorio.

Tabla 9. Variables empleadas en el análisis económico

Variable		Descripción	Tipo	Valores
Variable dependiente	DAP paisaje	Disposición a realizar una contribución para que la Línea de Transmisión sea subterránea, evitando el efecto sobre el paisaje	Dicotómica	1: Sí 0: No
	Pago paisaje	Valor del BID asociado a la modificación paisajística	Numérica	\$ 40.000 \$ 85.000 \$ 130.000
	Ingresos	Ingresos individuales mensuales	Categórica	1: Entre 0 y 1 SMMLV (\$ 0 - \$ 737.717) 2: Entre 1 y 2 SMMLV (\$ 737.718 - \$ 1.475.434) 3: Entre 2 y 3 SMMLV (\$ 1.475.435 - \$ 2.213.151) 4: Entre 3 y 4 SMMLV (\$ 2.213.152 - \$ 2.950.868) 5: Entre 4 y 6 SMMLV (\$ 2.950.869 - \$ 4.426.308) 6: Más de 6 SMMLV (Más de \$ 4.426.309) ²¹
Variables explicativas	Nivel de estudios	Nivel de estudios concluidos	Categórica	0: Ninguno 1: Primaria 2: Secundaria 3: Técnicos o Tecnológicos 4: Universitario 5: Posgrado
	Sexo	Sexo	Dicotómica	0: Femenino 1: Masculino
	Edad	Rango de edad	Categórica	1: 18-30 años 2: 31-40 años 3: 41-50 años 4: Más de 50 años
	Ocupación	Principal actividad económica	Categórica	1: Trabajador Independiente 2: Empleado 3: Jubilado o Pensionado 4: Estudiante 5: Ama de casa 6: Desempleado
	Estado civil	Estado civil	Categórica	1: Soltero 2: Casado 3: Viudo 4: Separado 5: Unión libre
	Conservación de áreas protegidas	Disposición a realizar una contribución para para conservar las áreas protegidas	Dicotómica	1: Sí 0: No
	Protección de fauna y flora	Disposición a realizar una contribución para proteger la fauna y la flora	Dicotómica	1: Sí 0: No

Según la teoría económica, si los individuos son racionales y la función de demanda es de pendiente negativa, se esperaría que la probabilidad de realizar la contribución voluntaria disminuya cuando se incrementa el

monto que los individuos tendrían que pagar y, por lo tanto, el coeficiente asociado a esta variable debería ser negativo. En el caso del ingreso, se espera que los individuos con mejor capacidad adquisitiva estén dispuestos a realizar la contribución voluntaria, pues esta representaría una proporción menor de sus ingresos. Asimismo, las personas con mayores niveles de educación deberían ser personas que tienen una mayor acumulación de conocimientos y, por consiguiente, son más conscientes de la necesidad de cuidar y preservar los recursos naturales. Por lo tanto, se esperaría que a mayores niveles de educación los individuos estén más dispuestos a realizar la contribución voluntaria.

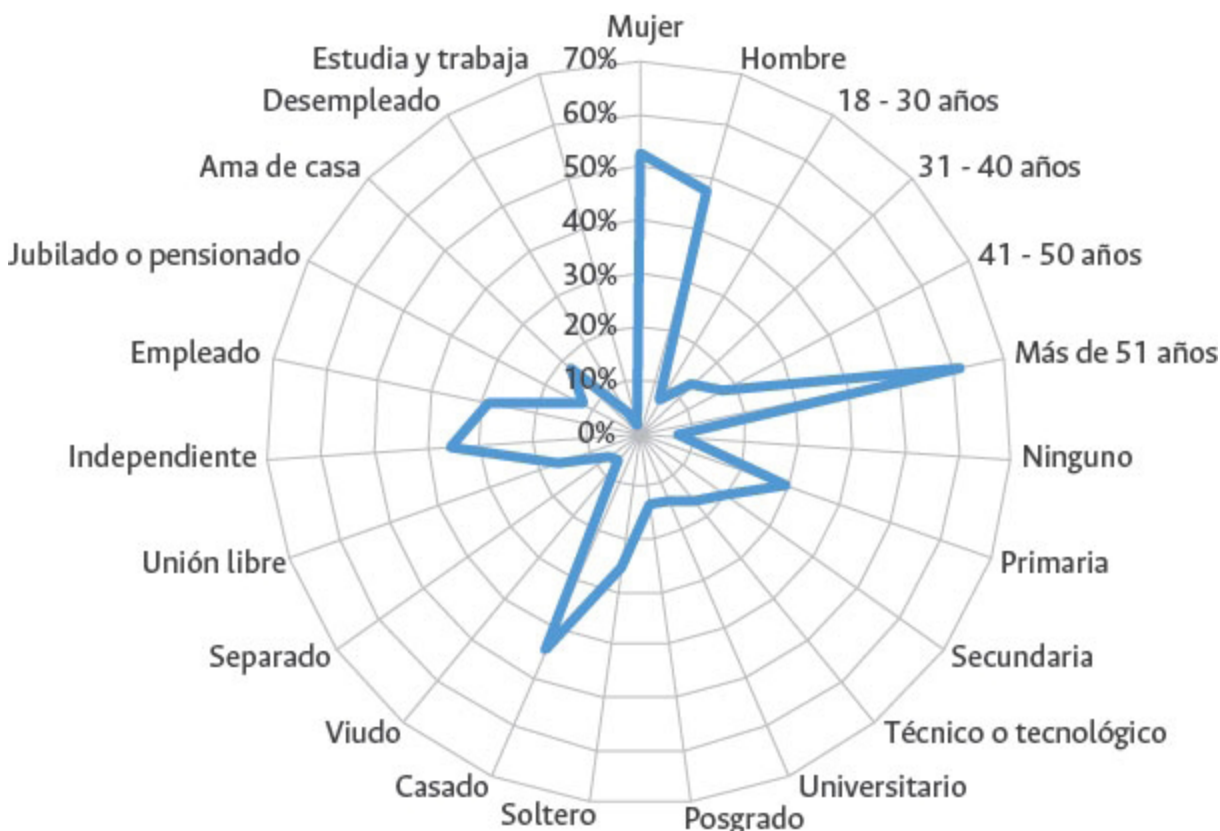
Las variables ocupación, sexo y estado civil también se consideran como variables explicativas que permiten capturar las diferencias entre los distintos segmentos de población, que pueden ser el reflejo de las preferencias de los individuos o de las restricciones de tiempo. Sin embargo, no es posible establecer la dirección de la relación de ellas con la variable dependiente de DAP, pues en muchos casos esto depende del contexto y del BSE que se desee valorar.

Análisis descriptivo

Las características socioeconómicas de la muestra se presentan en la figura 12. Como se observa, hay una mayor proporción de mujeres (52,59%) que de hombres (47,41%). En cuanto a las edades, el 7,41% de la muestra tiene entre 18 y 30 años, el 13,33% entre 31 y 40 años, el 17,78% entre 41 y 50 años y el 61,48% son mayores de 50 años. Con respecto al nivel de educación se observa una concentración en los niveles intermedios: el 7,41% de la muestra no tiene ningún estudio, el 28,89% tiene la primaria terminada como máximo, el 20% la secundaria, el 16,30% tiene estudios técnicos o tecnológicos, el 14,07% estudios universitarios y el 13,33% estudios de posgrado. Respecto al estado civil se destaca que el 44,44% son casados, el 25,19% están solteros, el 16,30% convive en unión libre, el 7,41% están separados y el 6,67% son viudos. Finalmente, con respecto a la ocupación, se obtiene que: 35,56% de la muestra corresponde a trabajadores independientes, el 28,89% son empleados, el 17,78% amas de casa, el

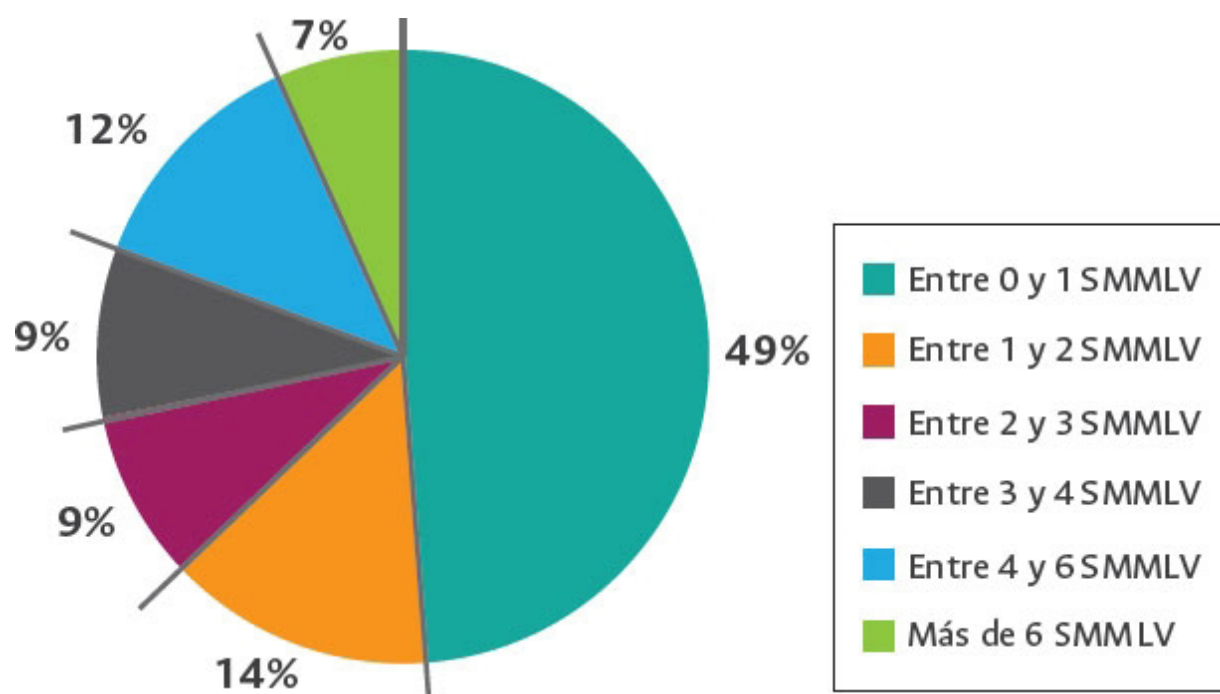
11,85% están jubilados o pensionados, el 4,44% son desempleados y sólo el 1,48% estudia y trabaja.

Figura 12. Caracterización socioeconómica de la muestra



La distribución de la muestra según el nivel de ingreso se presenta en la figura 13. Se observa que en general el nivel de ingresos es bajo, ya que el 48,89% de la muestra tiene ingresos entre 0 y 1 SMMLV, es decir, ganan menos de \$ 737.717. El 14,07% de la muestra tiene un nivel de ingresos entre 1 y 2 SMMLV y el 12,59% entre 4 y 6 SMMLV. Los niveles de ingreso entre 2 y 3 SMMLV y 3 y 4 SMMLV representan cada uno el 8,89%. Además, solo el 6,67% de la muestra tiene ingresos superiores a 6 SMMLV, correspondiente en su totalidad a individuos que pertenecen a las administraciones municipales.

Figura 13. Nivel de ingresos de la muestra completa



Modelo econométrico

Como se ha mencionado a lo largo de este estudio, la variable dependiente en el modelo econométrico es la disposición del entrevistado a realizar una contribución voluntaria por una única vez, para que la Línea de Transmisión sea subterránea y evitar la afectación del paisaje. Debido a que esta variable es binaria, es posible estimar dos tipos de modelos econométricos: un *logit* o un *probit*. Para decidir cuál de estos modelos utilizar se realiza el test de especificación de Hausman que se presenta en la tabla 10, que toma como referencia las estimaciones del *logit* (b) y las compara con las estimaciones del *probit* (B). Como se observa, el valor p de la prueba fue de 1, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula a cualquier nivel de significancia. Por lo tanto, las diferencias entre las estimaciones de los dos modelos no son sistemáticas y cualquiera de ellos puede ser utilizado para modelar la variable dependiente. En este caso se decide emplear el modelo *probit*, debido a que en la literatura se argumenta que este modelo arroja resultados que son más eficientes estadísticamente (Creel, 2004).

Tabla 10. Test de especificación de Hausman para DAP paisaje

b = Consistente bajo H_0 and H_a ; obtenido desde un logit
B = Inconsistente bajo H_a , eficiente bajo H_0 ; obtenido desde un probit
Chi2(21) = 3,75 Prob > Chi2 = 1,0000

Los resultados de la estimación del modelo *probit* considerando las variables explicativas pago por paisaje, ingreso, educación, sexo, edad, estado civil, conservación de áreas protegidas y protección de fauna y flora y usuario se presentan en la tabla 11. Se consideran como usuarios a los residentes en el AID del proyecto y no usuarios a los líderes de las Administraciones Municipales. Las categorías de referencia para cada variable explicativa con respecto a las cuales se hacen las interpretaciones son: entre 0 y 1 SMMLV (\$ 0 – \$ 737.717), sin estudios, mujer, entre 18 y 30 años, soltero, no está dispuesto a contribuir para proteger las áreas protegidas, no está dispuesto a contribuir para proteger la fauna y flora y no es usuario del proyecto. Las variables para las cuales el *valor p* de la prueba de significancia está resaltado en negrita, corresponden a las que fueron significativas individualmente en el modelo.

Tabla 11. Modelo probit para DAP paisaje muestra completa

Variables		Coficiente	Error Estándar	Estadístico t	Valor p	Efectos marginales
Pago Paisaje	Pago Paisaje	-0,0000436	0,0000188	-2,32	0,020	-0,000
Ingreso	Entre 1 y 2 SMMLV	2,713155	1,131808	2,4	0,017	0,7318
	Entre 2 y 3 SMMLV	3,947086	1,700234	2,32	0,02	0,9512
	Entre 3 y 4 SMMLV	2,321488	1,68312	1,38	0,168	0,6481
	Entre 4 y 6 SMMLV	4,655355	1,811349	2,57	0,01	0,9795
	Más de 6 SMMLV	9,195629	3,267397	2,81	0,005	0,9881
Educación	Primaria	-3,068008	1,897803	-1,62	0,106	-0,2233
	Secundaria	-0,9894922	1,776511	-0,56	0,578	-0,0662
	Técnicos o Tecnológicos	-3,888746	2,46212	-1,58	0,114	-0,1554
	Universitario	-0,6689785	2,087584	-0,32	0,749	-0,0471
	Posgrado	-5,106469	2,442134	-2,09	0,037	-0,1669
Sexo	Hombre	-1,484513	0,9730074	-1,53	0,127	-0,1651
Edad	31 a 40 años	0,4010597	1,378221	0,29	0,771	0,0524
	41 a 50 años	0,8175948	1,322301	0,62	0,536	0,1283
	51 años en adelante	0,0453523	1,220189	0,04	0,97	0,0046
Estado civil	Casado	-1,35366	1,151948	-1,18	0,24	-0,1396
	Viudo	3,330918	1,508343	2,21	0,027	0,8973
	Separado	-0,7472672	1,407204	-0,53	0,595	-0,0460
	Unión libre	-0,7990511	1,300658	-0,61	0,539	-0,0543
DAP fauna	Si está dispuesto a contribuir	4,357231	1,727342	2,52	0,012	0,7896
DAP áreas protegidas	Si está dispuesto a contribuir	4,076562	1,43114	2,85	0,004	0,7007
Usuario	Si es usuario	5,609635	2,555386	2,2	0,028	0,2997
Constante	Constante	-4,868135	2,939344	-1,66	0,098	-
Número de observaciones = 135						
LR Chi2(22) = 140,36						
Prob > Chi2 = 0,0000						
Pseudo R2 = 0,7799						

Los resultados muestran que el modelo es globalmente significativo, debido a que el *valor p* de la correspondiente prueba es menor que los niveles de significancia del 1%, 5% y 10%; adicionalmente, se observa que el Pseudo R^2 es de 0,7799. Según los datos, el 38,52% de los individuos encuestados están dispuestos a realizar la contribución voluntaria para que la línea sea subterránea, a fin de reducir los efectos sobre el paisaje. El pago es una de las variables que explican la decisión de realizar la contribución, ya que resultó individualmente significativa al 5%. El signo negativo del coeficiente asociado a esta variable indica que cuando se incrementa la cantidad que el individuo debe aportar, la probabilidad de estar dispuesto a realizar la contribución disminuye, aspecto que es coherente con la existencia de una función de demanda con pendiente negativa.

Las variables protección de fauna y flora y protección de áreas protegidas también resultan significativas y los coeficientes asociados son positivos. Esto implica que si las personas están dispuestas a contribuir para proteger la fauna y flora y conservar las áreas protegidas, es más probable que también estén dispuestas a contribuir para la construcción de la línea subterránea que evite los efectos sobre el paisaje. Esta relación de complementariedad es un indicio de conciencia ambiental por parte de los entrevistados: cuando una persona considera que la protección de los diferentes componentes ambientales es importante, está dispuesta a involucrarse directamente en iniciativas (en este caso a través de una contribución monetaria) para evitar las afectaciones sobre el medio ambiente que los proyectos de infraestructura pueden generar.

En el caso del nivel de ingresos, las categorías entre 1 y 2 SMMLV, 2 y 3 SMMLV, 4 y 6 SMMLV y más de 6 SMMLV resultaron significativas con coeficientes positivos y monótonamente crecientes, es decir, con respecto a quienes tienen un nivel de ingresos menor o igual a 1 SMMLV, las personas con ingresos superiores tienen mayor probabilidad de realizar la contribución voluntaria. Además, a medida que el nivel de ingreso aumenta, el efecto marginal es mayor. Esto corresponde con lo planteado por la teoría, debido a que las personas con mayores ingresos tienen una capacidad más alta para cubrir el monto de la contribución sin afectar sensiblemente su presupuesto. Además, al considerar que gran parte del

proyecto se ubica en una zona de bajos recursos, es posible pensar que, en comparación con el segmento de población con menores ingresos, los individuos con mayor riqueza tengan una mayor capacidad de aportar. Finalmente, ninguna categoría de las variables edad y sexo son significativas en el modelo.

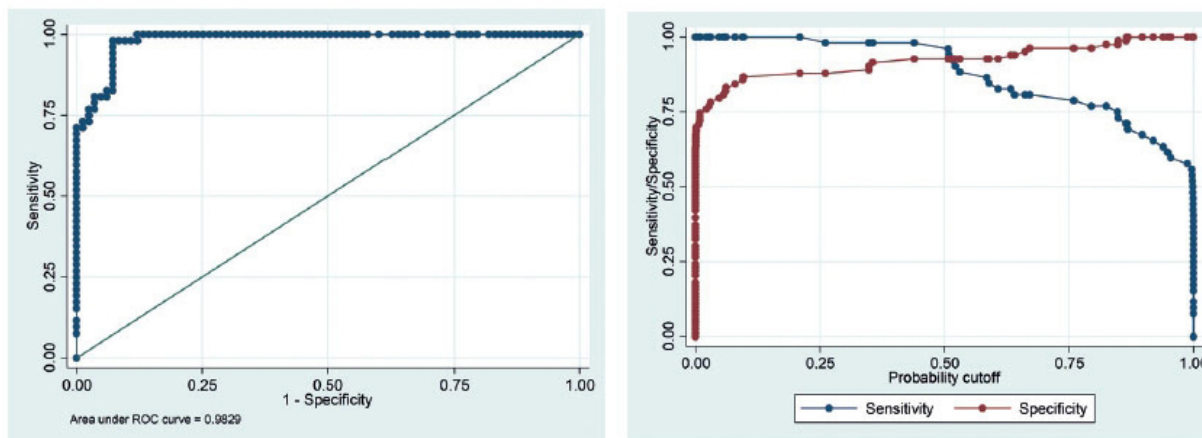
Con el objetivo de analizar la calidad de los resultados obtenidos en el modelo paramétrico, se realizan diferentes pruebas en las cuales se emplean criterios estadísticos para evaluar qué tan bien explica el modelo el comportamiento de la variable dependiente (DAP por paisaje). El primer criterio que se analiza es la capacidad de clasificación; como se observa en la tabla 12, el 94,07% de las observaciones fueron clasificadas correctamente lo que indica que el modelo tiene una buena capacidad predictiva. Es importante anotar que la especificidad del modelo es más baja (92,77%) con respecto a la sensibilidad (96,15%), es decir, que el modelo es más potente clasificando correctamente las respuestas positivas que las negativas.

Tabla 12. Capacidad de clasificación

Modelo probit para DAP Paisaje			
Clasificado	Verdadero		Total
	Sí	No	
+	50	6	56
-	2	77	79
Total	52	83	135
Sensibilidad	Pr (+ I D)		96,15%
Especificidad	Pr (- I ~D)		92,77%
Valor de predicción positivo	Pr (D I +)		89,29%
Valor de predicción negativo	Pr (~D I -)		97,47%
Falso + Tasa por verdadero ~D	Pr (+ I ~D)		7,23%
Falso - Tasa por verdadero D	Pr (- I D)		3,85%
Falso + Tasa por clasificado +	Pr (~D I +)		10,71%
Falso - Tasa por clasificado -	Pr (D I -)		2,53%
Correctamente clasificado	94,07%		

La alta capacidad de clasificación del modelo puede evidenciarse también en la curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC)²² que se presenta en la figura 14. Según los resultados el área bajo esta curva es de 0,983, valor cercano a 1 que sería el escenario ideal de clasificación perfecta. Por su parte, en la gráfica de *Sensibilidad/ Especificidad* se observa que el punto de corte óptimo se encuentra alrededor de 0,5. Por tanto, si una observación se empieza a clasificar como positiva cuando la probabilidad predicha es mayor que 0,5, entonces tanto la sensibilidad del modelo como la especificidad son máximas.

Figura 14. Curva ROC y sensibilidad/especificidad



El segundo criterio que se emplea es la bondad de ajuste del modelo, por medio del cual se determina si las observaciones se ajustan correctamente a la distribución asumida por el modelo *probit*. Los resultados de la prueba de bondad de ajuste Chi-Cuadrado de Pearson se presentan en la tabla 13. Para niveles de significancia del 1%, 5% y 10%, no se rechaza la hipótesis nula debido a que el *valor p* de la prueba es mayor a 0,1, por tanto, se concluye que los datos se ajustan bien. Sin embargo, los resultados de esta prueba pueden ser cuestionables debido a que el número de patrones de covarianza (129) es cercano al número de observaciones (135).

Tabla 13. Prueba de bondad de ajuste chi-cuadrado de Pearson

Número de observaciones	135
Número de patrones de covarianza	129
Pearson Chi2 (106)	37,6
Prob > Chi2	1

Disponibilidad a pagar media

Los resultados del modelo econométrico, una vez validados, se utilizan para el cálculo de las medidas de bienestar. En este caso, se estima la media de la

DAP por medio del algoritmo de Krinsky y Robb realizando 10.000 iteraciones. Como se observa en la tabla 14, en promedio la DAP para evitar la afectación sobre el paisaje es de \$ 47.212. Este valor puede ser extrapolado a toda la población con el objetivo de encontrar el cambio en el bienestar social por el proyecto. El valor económico estimado por medio del MVC para la afectación al paisaje generada por el proyecto se calcula multiplicando la DAP media por el 38,52% de la población demandante, correspondiente al porcentaje de habitantes del AID que según los resultados harían parte del mercado hipotético en calidad de demandantes. Esta medida de bienestar se calcula en \$ 2.018.889.345.

Tabla 14. Algoritmo de Krinsky y Robb para el cálculo de la DAP media paramétrica

Krinsky y Robb (95%) Intervalo de confianza para medidas WTP (Número de iteraciones: 10000)					
Medida	WTP	LB	UB	ASL*	CI/MEAN
Media/Mediana	47217,42	-30634,82	71136,3	0,0496	2,16
*: Nivel de significancia alcanzado para probar H_0 : WTP $\leq$ 0 vs H_1 : WTP $>$ 0					
LB: Límite inferior ; UB: Límite superior					

Conclusiones

La valoración económica de BSE presenta desafíos metodológicos debido a que los recursos a valorar generalmente son bienes públicos que no disponen de un mercado en el cual se puedan expresar las preferencias de los consumidores y su disposición a pagar por ellos. En este contexto, el MVC se ha consolidado en las últimas décadas como una metodología útil para estimar el valor económico asociado a los BSE y el cambio en el bienestar de la población cuando estos son afectados por proyectos de infraestructura y desarrollo. La valoración económica se obtiene de forma directa de las respuestas de los entrevistados, al usar medidas de bienestar

como la VC o la VE, dependiendo de los derechos de propiedad sobre el recurso y la naturaleza del cambio propuesto en el escenario hipotético.

En el contexto académico se ha debatido la validez del MVC para representar la valoración económica real de bienes de no mercado, críticas que tienen que ver con los posibles sesgos en la consecución de la información, así como los fundamentos microeconómicos sobre los que se construye. No obstante, con el desarrollo de diversos planteamientos teóricos para explicar las decisiones de los individuos en el mercado, así como las recomendaciones del panel de la NOAA (1993), las bases teóricas del MVC son de mejor entendimiento en la actualidad y el diseño conceptual de los estudios se realiza de manera que se garantiza la validez de los resultados. Por tanto, es de común acuerdo que un estudio de valoración contingente bien estructurado provee información útil para la toma de decisiones de política pública en el ámbito de la protección y conservación de los recursos naturales.

En el presente capítulo se presentó el desarrollo de la valoración económica a través del MVC de la afectación al paisaje generada por la construcción de un proyecto de transmisión de energía eléctrica en la zona urbana del Valle de Aburrá, Colombia. Los resultados de este trabajo hacen parte del EIA presentado ante la Anla en el marco del proceso de licenciamiento ambiental del proyecto. El escenario base en el ejercicio fue la construcción de la línea de transmisión aérea que genera un cambio en el paisaje con una probabilidad del 100%. El escenario hipotético de cambio que se propuso fue construir la línea de forma subterránea que, si bien incrementa los costos de construcción, evita la alteración en el paisaje. A la población demandante se le indagó por su DAP para evitar la afectación sobre el BSE, es decir, para financiar la construcción de la línea de transmisión subterránea. La medida de bienestar resultante corresponde a una VE.

El diseño del instrumento de recolección de información y la logística del ejercicio se realizó siguiendo las recomendaciones de la literatura, para evitar los sesgos en la obtención de la información y garantizar la validez de los resultados para efectos de política. En total fueron aplicadas 135 encuestas a miembros de la comunidad del área de influencia del proyecto y

líderes institucionales de los municipios por los que éste cruza, quienes tenían información sobre el proyecto y los posibles efectos sobre los BSE. El formato de pregunta empleado fue *ad referendum*, por lo que las respuestas fueron modeladas a partir de modelos *logit* y *probit*.

Los resultados mostraron que, tal como lo plantea la teoría, el pago al que se enfrentan los individuos en el momento de decidir en el mercado hipotético es una variable significativa y con un efecto negativo sobre la probabilidad de estar dispuesto a pagar por evitar la afectación sobre el paisaje. Los ingresos, el nivel educativo y la propensión a conservar los diferentes elementos que componen el medio ambiente (áreas protegidas, fauna y flora) también resultaron relevantes. El análisis de la calidad del modelo estadístico en términos de capacidad de clasificación y bondad de ajuste mostró que efectivamente es adecuado para explicar la respectiva variable dependiente. La medida de bienestar empleada fue la DAP media, la cual se calculó utilizando el algoritmo de Krinsky y Robb realizando 10.000 iteraciones. En promedio la DAP para evitar la afectación al paisaje se calculó en \$ 47.212, valor que al ser extrapolado a la población demandante que participa del mercado hipotético permite calcular el valor económico de este impacto en \$ 2.018.889.345.

La aplicación del MVC en futuros escenarios enfrenta desafíos que es necesario atender para garantizar una estimación más precisa del valor económico de los BSE, que sea información más confiable para los encargados de la protección de los recursos naturales. En primer lugar, es necesario buscar estrategias que permitan que los entrevistados revelen, de la manera más certera posible, su DAA o DAP por el BSE objeto de análisis. Una alternativa podría ser incluir una pregunta en la que los entrevistados indiquen la certeza con la que pagarían la cantidad declarada tal como se propone en Herrero *et al.* (2003). Esto garantizaría un mínimo de seriedad en la respuesta y llevaría a estimaciones de los valores económicos más ajustados a la realidad. Otra estrategia consiste en indagar por la disponibilidad a ofrecer su fuerza de trabajo en la ejecución de actividades tendientes a corregir los efectos de los proyectos sobre el ecosistema, al considerar que en los contextos de poblaciones con pocos ingresos y educación, las personas estarían más dispuestas a ofrecer su

mano de obra que aportar un valor monetario. En segundo lugar, en las dinámicas ecosistémicas existen un conjunto de relaciones entre BSE que se determinan en un mismo espacio geográfico, por lo tanto, incluir variables georreferenciadas, como proximidad a los proyectos, cercanía a un bosque o zona de conservación, entre otros, podrían mejorar sustancialmente los resultados de los estudios de MVC.

Referencias

- Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R. y Schuman, H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal register*, 58(10), 4601-4614.
- Atkinson, G., Day, B. y Mourato, S. (2006). Underground or Overground?: Measuring the Visual Disamenity from Overhead Electricity Transmission Lines. En David Pearce (Ed.), *Environmental Valuation in Developed Countries: Case Studies* (pp. 213-240). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Barrera-Orjuela, C. y J. Maldonado. (2013). Valoración económica del subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia: un estudio enfocado a turistas especializados. *Documento CEDE*, 56, 1-46.
- Cameron, T. (1988). A New Paradigm for Valuing Non-Market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression. *Journal of Environmental Economics and Management*, 15(3), 355-379.
- Cameron, A.C. y Trivedi, P.K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carson, R. (2000). Contingent Valuation: A User's Guide. *Environmental Science Technology*, 34(8), 1413-1418.
- Carriazo, F., A. Ibáñez y M. García. (2003). Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales naturales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios. *Documento CEDE*, 26, 1-44.
- Cerda, A., J. Rojas y L. García (2007). Disposición a pagar por un mejoramiento en la calidad ambiental en el Gran Santiago, Chile. *Lecturas de Economía*, 67, 143-160.
- Cerda, A., García, L., Bahamondez, A. y Poblete, V. (2010). Disposición a pagar para mejorar la calidad del aire en Talca, Chile: comparación entre usuarios y no usuarios de chimeneas a leña. *Lecturas de Economía*, 72, 195-211.

- Ciriacy-Wantrup, S. (1947). Capital Returns from Soil Conservation Practices. *Journal of Farm Economics*, 29(4), 1181-1196.
- Creel, M. (2004). Modified Hausman Tests for Inefficient Estimators. *Applied Economics*, 36(21), 2373-2376.
- Cruz, G. (2005). *Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas.
- Davis, K. (1963). *The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study of the Maine Woods* (tesis de doctorado). Harvard University, Cambridge, EEUU.
- Diamond, P. y J. Hausman. (1994). Contingent Valuation: Is Some Number Better than No Number? *Journal of Economic Perspectives*, 8(4), 45-64.
- Escobar, L. y Erazo, A. (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del bosque Yotoco: una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. *Gestión y ambiente*, 9(1), 25-38.
- Escobar, L. y Ramírez, L. (2009). Valoración económica de los beneficios sociales del Ecoparque urbano Lago de las Garzas en Cali. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 8, 93-105.
- Espinal, N. (2013). *La disponibilidad a pagar como una medida de la legitimidad: el caso de la Biblioteca Pública Piloto para América Latina y los Parques Biblioteca de Medellín, Colombia* (tesis de doctorado). Universidad Pablo Olavide, Sevilla, España.
- Freeman, M., Herriges, J. y Kling, C (2014). *The Measurement of Environmental and Resources Values. Theory and Methods*. Nueva York: Taylor & Francis.
- Fuller, W. (2011). *Sampling Statistics*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Girardi, P., Maran, S. y Brambilla, C. (2010). The External Costs Evaluation for Power Transmission Lines: Focus of Overhead Lines. *Water and Energy International*, 69(7), 62-63.
- Georgiou, S., Whittington, D., Pearce, D. y Moran, D. (1994). *Economics Values and the Environment in the Developed World*. Londres: Center for Social and Economic Research of the Global Environment CSERGE.

- Göthner, K. y S. Rovira. (2011). *Impacto de la infraestructura de la calidad en América Latina: instituciones, prácticas y desafíos para las políticas públicas*. Santiago de Chile: CEPAL Naciones Unidas.
- Grajales, P. (2005). Valoración contingente del impacto ambiental de la construcción de la infraestructura vial del proyecto hidroeléctrico Porce III: Aplicación a las microcuencas del área de influencia directa. *Ensayos de Economía*, 15(26), 124-160.
- Hanemann, W. (1984). Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 332-341.
- Hernández, S. (2010), *Valoración económica ambiental del ecosistema ripario en la cuenca alta del río San Pedro – Mezquital* (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional Durango, México D.F., México.
- Herrero, L.C., Sanz, L. y Bedate, A. (2003). Valoración económica de bienes públicos en relación al patrimonio cultural de Castilla y León: propuesta metodológica y aplicación empírica. *Revista de investigación económica y social de Castilla y León*, 6, 6-122.
- Krström, B. y Riera, P. (1997). El método de la valoración contingente. Aplicaciones al medio rural español, *Revista Española de Economía Agraria*, 179, 133-166.
- Krutilla, J. (1967). Conservation Reconsidered. *American Economic Review*, 57(4), 777-786.
- LaPage, W. (1968). *The Role of Fees in Camper's Decisions*. Upper Darby, PA: USDA Forest Service Research Paper No. 188. Northeastern Forest Experiment Station.
- McConell, K. (1990). Models for Referendum Data -The Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 18(1), 19-34.
- McFadden, D. (1980). Econometric Models for Probabilistic Choice Among Products. *Journal of Business*, S13-S29.
- Marazzi, M. y Tempesta, T. (2005). Disponibilità a pagare e disponibilità ad accettare per la riduzione dell'impatto paesaggistico delle linee elettriche dell'alta tensione. *AESTIMUM*, 46, 65-95.

- Mendieta, J. (2005). *Manual de valoración de bienes no mercadeables. Una introducción al Análisis Costo Beneficio y Medio Ambiente*. Bogotá: CEDE.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2017). *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Mitchell, R. y T. Carson, R. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method*. Washington, D.C: Resources for the Future.
- Navrud, S., Ready, R., Magnussen, K. y Bergland, O. (2008). Valuing the social benefits of avoiding landscape degradation from overhead power transmission lines: Do underground cables pass the benefit–cost test? *Landscape research*, 33(3), 281-296.
- Osorio, J. y Correa, F. (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico Universidad de Medellín*, 12(25), 11-30.
- Ridker, R. y Henning, J. (1967). The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution. *The Review of Economics and Statistic*, 49(2), 246-257.
- Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales.
- Riera, P. (2005). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Roldán, J. (2013). *Valoración Económica de Humedales en la Ciudad de Bogotá: Una Aplicación de Econometría Espacial*. (Monografía de Pregrado), Universidad de los Andes, Bogotá.
- Sarja, M. (1969). *A study on recreation use and recreation value of lake Lappjärvi and artificial lake in Venetjoki* (tesis de maestría). Helsinki University, Helsinki, Finlandia
- Sayadi, S., González, M. y Calatrava-Requena, J. (2004). Estudio de las preferencias por los elementos agrarios del paisaje mediante los

métodos del análisis conjunto y valoración contingente. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 4(7), 135-151.

Sepúlveda, R. (2008). Valoración económica del uso recreativo del parque Ronda del Sinú, en Montería. Colombia. *Semestre Económico*, 11(22), 67-90.

Vásquez, F., Cerda, A. y Orrego, S. (2007). *Valoración económica del ambiente: Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones*. Buenos Aires: Thomson Learning.

Whittington, D. (2002). Improving the performance of contingent valuation studies in developing countries. *Environmental and resource economics*, 22(1-2), 323-367.

* Economista, magíster en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y estudiante del doctorado en Economía de la Universidad Carlos III de Madrid (España). Correo electrónico: adramosr@unal.edu.co



CAPÍTULO 3. ANÁLISIS MULTICRITERIO

JUAN PABLO LONDOÑO AGUDELO*

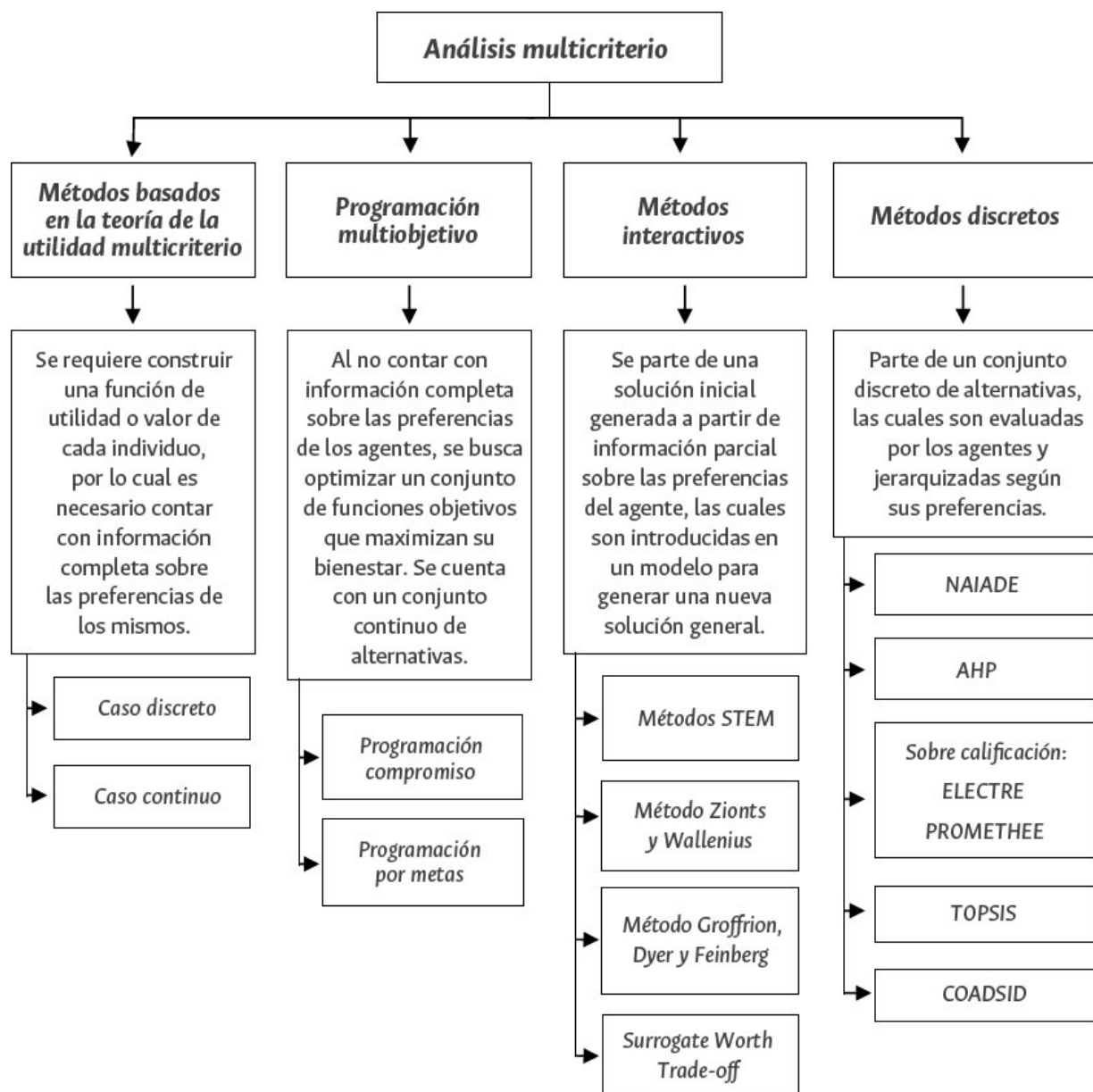
Al tomar una decisión es usual que los agentes se enfrenten a situaciones en que los resultados finales son inciertos. Esto implica la existencia de riesgo e incertidumbre sobre las acciones que deberán llevar a cabo para acercarse al escenario deseado. Esta situación los lleva a identificar todas aquellas posibles opciones u alternativas existentes (un conjunto discreto o continuo) para alcanzar dicho fin, de modo que les sea posible tomar una decisión que, dadas sus restricciones de tiempo y/o presupuesto, les lleve a maximizar su utilidad.

Esta situación no se reduce únicamente a decisiones realizadas por agentes de forma individual, sino que se extiende a diversas situaciones donde un colectivo de individuos, firmas y/o instituciones enfrentan un problema de toma de decisiones, donde es necesario evaluar múltiples atributos que inciden de forma directa e indirecta en el resultado final. Podemos listar múltiples situaciones en diferentes contextos que se ajustan a esta idea, por ejemplo: la selección del proveedor de un producto o materia prima, la determinación del tipo de tecnología que se usará para llevar a cabo un proyecto de desarrollo urbano o la evaluación de diferentes fuentes de energía para zonas rurales aisladas.

Es importante resaltar que, en muchos casos, el proceso de toma de decisiones va más allá de considerar costos y beneficios de cierta inversión y de evaluar cuál genera mayores ganancias. En ocasiones, de acuerdo con el impacto que se desea obtener y por el mismo alcance de un proyecto, es importante considerar factores técnicos, sociales y ambientales, los cuales darán cuenta de qué tan adecuada es una alternativa con respecto a otra desde un punto de vista integral. En este orden de ideas, es claro que dicha situación se presenta también en el momento de llevar a cabo un proyecto de infraestructura y desarrollo cuya finalidad sea impulsar el desarrollo de una región o un país, al tiempo que busca lograr un equilibrio con el medio ambiente y el uso que se da a los recursos naturales. Todo esto de manera que se conserve o se mejore el bienestar de las poblaciones directamente relacionadas con las zonas intervenidas por el emplazamiento de este tipo de proyectos.

Es en este escenario donde el AMC se convierte en una herramienta útil, dado que permite enfrentar problemas de toma de decisiones que representan altos niveles de incertidumbre en los cuales se enfrentan situaciones donde: (i) se ven involucrados objetivos de distinta naturaleza usualmente en conflicto; (ii) se cuenta con información y datos medidos en diferentes unidades, que no permiten compararles adecuadamente y (iii) se presentan conflictos de intereses y perspectivas disímiles de los distintos grupos de interés implicados (San Cristóbal, 2012). Así, el empleo de técnicas incluidas en el AMC permite comprender las características intrínsecas de un problema de toma de decisiones, promueve el rol de los participantes en los procesos de selección de la mejor alternativa y facilita la aprehensión de los diferentes elementos puestos en juego a la hora de realizar la elección entre un conjunto de alternativas en las que intervienen múltiples criterios. Esto permitirá realizar una selección o jerarquización con una perspectiva más amplia de las dinámicas que subyacen a la cuestión abordada, para posibilitar una toma de decisiones racional y eficiente. En la figura 15 se presentan algunas de las técnicas que obedecen al AMC.

Figura 15. Técnicas de análisis multicriterio



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Korhonen, Moskowitz y Wallenius (1992), citado por Anla (2015).

Como se observa, existen diversas técnicas de AMC que permiten abarcar problemas de toma de decisiones, de acuerdo con la cantidad de información disponible respecto de las preferencias de los individuos y las características del conjunto de alternativas, que puede ser discreto y finito o continuo y, por tanto, infinito. Adicionalmente, al aplicar esta clase de técnicas es importante considerar las condiciones socioeconómicas de la

población objetivo, como el nivel de educación o el nivel de interacción con entidades gubernamentales y privadas, dado que estas pueden implicar obstáculos como la presencia de sesgos y la generación de expectativas, que corresponde a una dificultad usual al momento de aplicar técnicas de valoración tradicionales, especialmente al indagar por la DAP o la DAA de los individuos. Por otro lado, Diakoulaki y Grafakos (2004) resaltan que desde el enfoque del ABC, el valor otorgado por los agentes se obtiene a partir de un mercado ya existente o mediante el uso de métodos propios de la economía del bienestar como lo es el MVC; mientras que el AMC permite identificar el conjunto de preferencias de los agentes involucrados “bajo un contexto específico de toma de decisión” (Diakoulaki y Grafakos, 2004). Por esto, el uso del AMC es adecuado en múltiples contextos, tal como indican Aznar y Guijarro:

Permite abordar todo tipo de evaluaciones o valoraciones desde una perspectiva más completa en el sentido de que el validador puede tener en cuenta aspectos intangibles de los activos a valorar, al mismo tiempo que facilita la incorporación de la experiencia y el saber hacer del tasador en el proceso. (Aznar y Guijarro, 2012, p. 24)

A continuación, se desarrolla una de las técnicas de AMC aplicadas en el área de la EEA conocida como Amuvam, que se desprende del AHP en conjunto a la metodología de valoración indirecta de cambios en la función de productividad o actualización de rentas, con el fin de aproximar las preferencias de los individuos a una cuantificación monetaria.

Método de valoración analítico multicriterio

El Amuvam se centra en la aplicación complementaria de dos técnicas, el AHP y la actualización de rentas. El primero se basa en la priorización de atributos y/o alternativas para facilitar la toma de decisiones a partir de las preferencias de los individuos y que al aplicarse en contextos complejos, como por ejemplo a nivel ambiental, permite relacionar diferentes tipos de criterios con diferentes mediciones (Huanh, Keisler y Linkov, 2011), especialmente desde los componentes sociales, abióticos y bióticos. Este método, como se desarrolla más adelante, permite obtener un vector propio

que reúne las preferencias de cada individuo hacia los atributos evaluados. El resultado obtenido se complementa con la técnica de actualización de rentas para estimar una cuantificación monetaria, reflejo de las preferencias de los individuos.

En este caso, la función del AHP se enfoca en permitir priorizar los componentes del VET (Aznar y Guijarro, 2012), el cual es reflejo del bienestar o beneficio que un bien ambiental proporciona para la sociedad y no únicamente de un valor de mercado, dado que este tipo de bienes no poseen uno (Aznar y Guijarro, 2012).

En este sentido, la función del AHP es obtener la importancia otorgada por los individuos (preferencias) a los atributos o a las alternativas evaluadas (a los componentes del VET). Tal como se muestra en la tabla 15, se han realizado diferentes estudios donde, mediante el Amuvam, se obtiene una cuantificación monetaria que será reflejo del VET del bien evaluado, es decir, se halla el beneficio percibido por la sociedad a partir del bien ambiental que está siendo valorado y que ha sido objeto de intervención. Esta metodología ha venido ganando participación en el plano de la valoración económica y, en términos generales, el AMC, considerado por autores como Navrud (2000) y Boeraeve, Dendoncker, Jacobs, Gómez-Baggethun y Dufrene (2015), una herramienta de importancia para obtener mejores estimaciones del valor económico, cuya complementariedad ha venido desarrollándose durante los últimos años, en tanto permite integrar distintos criterios dentro del proceso de toma de decisiones para identificar las preferencias de un grupo de interés.

Tabla 15. Aplicaciones del Amuvam para la valoración económica ambiental

Tipo de bien o servicio ambiental	Estudios donde aplican Amuvam para su valoración económica	Caso de estudio
Humedal	Sabater-Azorín, Aznar y Estruch (2005)	Humedal Marjal de los Moros Valencia, España

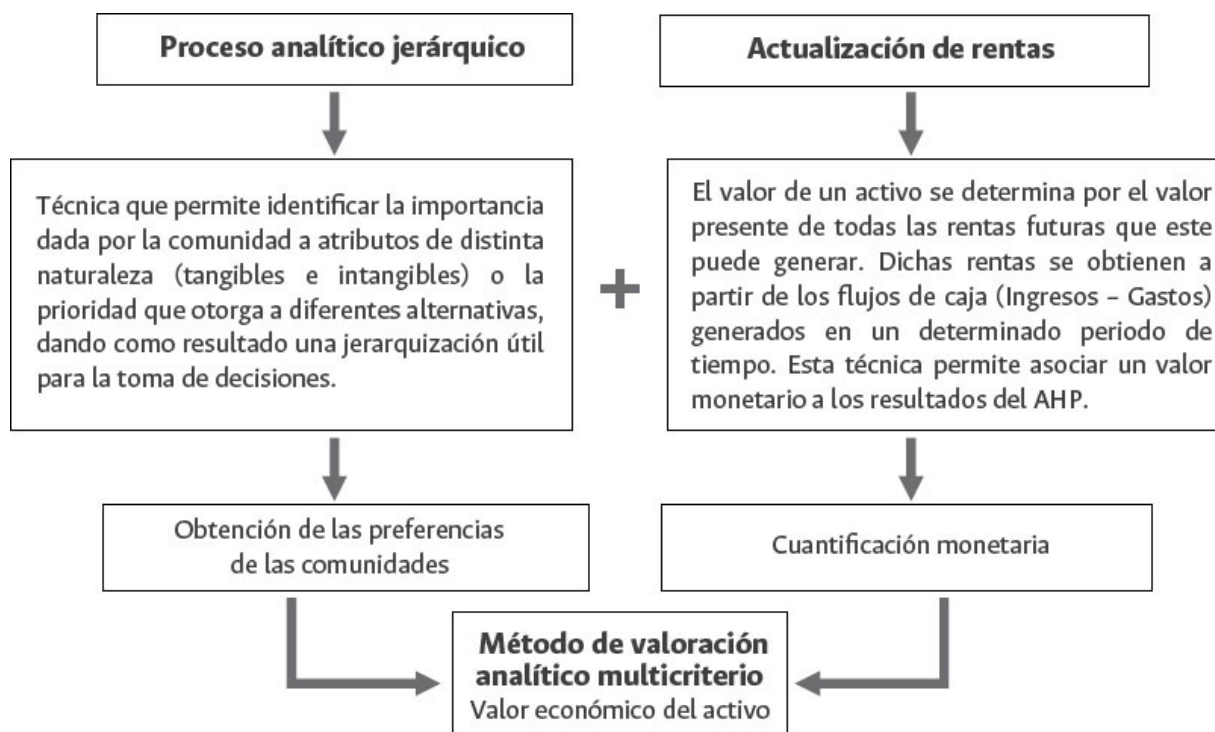
	Vallés, Aznar y Estruch (2012)	Humedal Pegó - Oliva. Valencia, España
Parques naturales	Navarro, Aznar y Estruch (2007)	Parque Natural La Albufera. Valencia, España
	Aragónes-Beltrán, Aznar y Estruch (2011)	Parque Natural del Delta del Ebro. Cataluña, España
	Aznar y Estruch (2007)	Parque Natural del Alto Tajo, Taravilla, España
	Ospina (2012)	Parque Natural Los Yarumos Manizales, Colombia
	Souza y García (2016)	Bosques de Menorca, Valencia, España
	Estruch-Guitart y Valls-Civera (2018)	Parque Natural del Turia, Valencia, España
Paisajes	Prats-Casanova, Aznar y Estruch (2009)	Paisaje del Parque Natural La Albufera. Valencia, España
Viñedos	Peris (2013)	Viñedo del municipio de Renquema. Valencia, España

Para obtener dicho resultado, una vez identificadas las ponderaciones respectivas de todos los componentes a través del AHP, se aplica el método de actualización de rentas o cambios en la función de productividad para obtener una cifra monetaria que refleje el VUD, el cual “encierra aquellas actividades del activo ambiental que están controladas por el mercado” (Aznar y Estruch, 2015, p.118); pero que no considera, por lo general, el valor asociado a los diferentes servicios ecosistémicos que puede prestar un

bien ambiental. Este valor es utilizado como valor *pívor*, para llegar a una cifra monetaria que refleje el valor de los componentes restantes y cuya suma dará como resultado el VET. En este sentido, a partir de las ponderaciones otorgadas por los mismos individuos, se asigna un valor monetario a partir del monto asociado al VU (de acuerdo con los valores obtenidos), uno de los componentes del VET que puede ser identificado mediante interacciones en el mercado. Estudios donde se usan distintas técnicas de valoración económica para identificar el valor económico asociado a distintos servicios ecosistémicos pueden encontrarse en la literatura, donde parte de dicho valor es obtenido de precios de mercado para servicios de provisión, es el caso de Chiabai, Travisi, Markandya, Ding y Nunes (2009), Yin y Jian (2011), Chiabai *et al.* (2011), Zhang Zhou, Niu y Xu (2014). En algunos contextos, tales como el de los parques naturales ubicados en áreas protegidas donde, dada la regulación existente, no se lleva a cabo actividad económica alguna, se recurre al VUI como valor *pívor*, que puede ser cuantificado a partir de los costos en el que la sociedad incurriría si se viera obligada a suplir por sus medios las funciones o los servicios ecosistémicos que prestan dichos activos y que, por tanto, se ahorra la sociedad (Aznar y Estruch, 2015). El proceso descrito se resume en la figura 16.

En contraste, otras metodologías usadas para la valoración económica del medio ambiente reportan cuotas inferiores o superiores del valor asociado a un activo ambiental, dado que de acuerdo con enfoque y a la pregunta usada para indagar por la disposición a pagar, puede incluir un determinado componente del VET que debe ser complementado con otras metodologías o acercamientos que permitan aproximar al verdadero valor.

Figura 16. Amuvam



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Aznar y Estruch (2015).

A continuación, se describen las dos metodologías que conforman el Amuvam: La actualización de rentas y el AHP.

Actualización de Rentas

La actualización de rentas parte del supuesto de que el valor de un activo puede medirse con base en todas las rentas futuras que podría reportar si este no pasara por algún tipo de modificación o afectación. Es usualmente utilizado para determinar el valor comercial de inmuebles (Salas, 2007; Medrano, Perlaza y Fuentes, 2011). En el caso de bienes ambientales y al interior del Amuvam esta metodología será usada para identificar el valor del atributo o componente asociado al VUD, en el cual se incluyen servicios ecosistémicos de provisión. En este sentido, requiere identificar una o varias actividades económicas (agricultura, minería, ganadería, extracción de madera, pesca, entre otras) de importancia en la región de análisis a la cual pueda asignársele un valor de mercado, de ser necesario, con el uso de mercados paralelos en contextos similares. Una vez identificada y

justificada la elección, es necesario cuantificar los ingresos y egresos monetarios asociados dentro del área que será evaluada, con el fin de identificar el flujo neto esperado.

A partir del valor obtenido y con base en el supuesto base mencionado se espera que el activo ambiental tenga la capacidad de generar este monto año a año, siempre y cuando no se dé ninguna afectación o cambio en las condiciones actuales. Por tanto, el valor presente de todos los años durante los cuales se espera dicho flujo es tomado como la aproximación del VUD.

En consecuencia, Aznar y Estruch (2015) indican que la temporalidad usada para descontar los flujos futuros depende del tipo de análisis a realizar. En el caso de la valoración a bienes como humedales (Vallés, Aznar y Estruch, 2012) y parques naturales (Aznar y Estruch, 2007), en tanto zonas protegidas, se espera que no tengas intervenciones, por lo tanto, se toma como base un flujo perpetuo de rentas (horizonte de tiempo infinito) y se obtiene el valor presente neto (VPN) correspondiente. Es decir, se supone un escenario hipotético en el que el activo ambiental dejara de prestar todo servicio de provisión en el futuro y se cuantifica esto como la pérdida económica asociada a dicha situación. Cuando la valoración del bien se da en el contexto de algún tipo de afectación claramente identificada, el horizonte de tiempo depende de la cantidad de periodos durante los cuales se espera se afecte la capacidad del activo ambiental de proveer el bien o servicio. Este resultado se obtiene mediante la fórmula presentada a continuación, donde FC_t corresponde al flujo en el periodo $t = 1, 2, \dots, T$ y r es la Tasa Social de Descuento (TSD)²³:

$$VUD = \sum_{t=0}^T \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

Proceso analítico jerárquico

Según Saaty y Vargas (2012), la economía, en tanto ciencia, recurre al lenguaje de las matemáticas y la estadística para entender, describir y

predecir eventos con el fin de corroborar las hipótesis teóricas planteadas. Parte de esta ciencia se basa en la teoría de la utilidad esperada bajo la noción de que “la conducta colectiva de muchos individuos, cada uno motivado por sus intereses propios, determina las condiciones del mercado, las cuales a su vez influyen o controlan el comportamiento de cada uno de los individuos” (Saaty y Vargas, 2012, p.11). Desde esta teoría, dichos individuos consideran también los posibles pagos y la utilidad esperada generada por estos al enfrentar situaciones con incertidumbre, de acuerdo a su nivel de aversión al riesgo.

De esta forma, la economía busca modelar dicha conducta bajo el supuesto de que los agentes económicos obedecen a un comportamiento racional, para facilitar la abstracción de información de la realidad y el análisis de preferencias colectivas. Para conseguir esto, según los autores se deben considerar situaciones adicionales que podrían limitar el alcance de las herramientas de análisis, especialmente cuando se incluyen variables que se alejan del plano económico, como variables ambientales, sociales, políticas y culturales. Estas, al no ser tenidas en cuenta adecuadamente o ser simplificadas para efectos de la modelación, pueden llevar a la representación de escenarios alejados de la realidad con poco poder de pronóstico o cuyo aporte al proceso de toma de decisiones no es el esperado.

Al partir de estas limitaciones y de la existencia axiomas de racionalidad, como los axiomas de monotonidad y monotonidad estricta²⁴ que caracterizan las preferencias de los individuos, Herbert Simon (1955) planteó la noción de satisfacción o punto de saciedad, a partir del cual la utilidad marginal de una unidad adicional consumida de un bien sería negativa o igual a cero. Dada la complejidad en el manejo de estas problemáticas, la búsqueda de sobreponerse a ellas y la falta de una teoría íntegra que correlacione de forma directa factores sociales, políticos, ambientales, técnicos, entre otros; se recurrió a la utilización de diferentes metodologías que facilitarían a los agentes organizar de manera lógica sus pensamientos y juicios, para construir un orden completo que haría posible identificar la elección óptima de acuerdo con los objetivos planteados donde se inscribiría el AMC (Saaty y Vargas, 2012).

Una de las técnicas de AMC más utilizadas corresponde al AHP, que junto a la técnica de valoración indirecta de actualización de rentas (o cambios en la función de productividad), se conocen como Amuvam, el cual permite la estimación del valor económico de impactos ambientales.

El AHP, planteado en el año 1980 por Thomas L. Saaty, involucra información cualitativa y cuantitativa con el fin de determinar la alternativa más viable o el elemento de mayor preferencia entre un grupo de opciones, a partir de una serie de criterios y variables generalmente en conflicto o en equilibrio en el sentido de Pareto (Aznar y Estruch, 2015), al tener en cuenta que no es posible mejorar las condiciones o la preferencia otorgada por un individuo a uno de los elementos que está siendo evaluado sin alterar la preferencia por los otros. Esta situación se presenta al evaluar criterios técnicos, financieros, ambientales y económicos para la realización de un proyecto de desarrollo. Tal como señalan Saaty y Vargas (2012), esta metodología permite “obtener un orden de preferencias completas, de las cuales se deriva una elección óptima” (p. 12), siendo una herramienta que facilita a las personas organizar juicios que generen los mejores resultados en el proceso de toma de decisiones. Así, bajo el AHP, Saaty y Vargas (2012) definen racionalidad del agente bajo cuatro (4) enunciados:

- El objetivo del individuo debe ser resolver el problema de toma de decisión.
- El individuo debe poseer conocimientos suficientes sobre el objeto de estudio, al identificar relaciones e influencias.
- El individuo debe contar con suficiente conocimiento y experiencia, además, tener acceso suficiente a información relevante sobre el problema con respecto a la perspectiva de otros grupos de interés, con el fin de evaluar la importancia e influencia de las relaciones identificadas en la estructura de toma de decisiones.
- Estar abierto a las diferentes opiniones, con la habilidad de desarrollar una mejor respuesta y compromiso a partir de estas.

De acuerdo con estas consideraciones y con lo que se ha mencionado, el AMC es de utilidad para enfrentar contextos complejos donde el proceso de toma de decisión puede dificultarse. De acuerdo con Zhang (2010) existen seis casos en los cuales es adecuada la aplicación del AHP:

1. Para la selección de una alternativa entre un conjunto de opciones en situaciones con diversos criterios para la toma de decisiones.
2. Para la jerarquización de alternativas de la más a la menos deseable.
3. Para determinar el peso relativo de cada una de las alternativas o criterios involucrados en la toma de decisiones (priorización).
4. Para la gestión de recursos de modo que sea posible su distribución de forma eficiente entre las diferentes alternativas.
5. Para la comparación de procesos entre organizaciones (*Benchmarking*).
6. Para la gestión de calidad mediante el análisis de aspectos multidimensionales involucrados en la mejora de la calidad en procesos organizacionales.

Construcción y desarrollo del proceso analítico jerárquico

El AHP parte de la comparación por pares, introducida por Fechner en 1860 y desarrollada por Thurstone en 1927 (Alonso y Lamata, 2006), a través de la cual es posible cotejar todos los criterios o alternativas consideradas entre sí, obtener la ponderación individual e identificar la más apropiada de acuerdo con la opinión de quienes han realizado la evaluación, conocidos como “expertos”. Por esta razón, Saaty y Vargas (2012) clasifican esta comparación como una teoría general de la medición pues se presenta como una propuesta adecuada ante la necesidad de las personas de medir eventos tanto físicos como psicológicos; donde al hablar de eventos físicos se hace referencia a eventos o situaciones tangibles que, más allá de la percepción humana, se rigen por leyes de la naturaleza o no se encuentran alterados a raíz de la subjetividad. Por otro lado, los eventos psicológicos se refieren al caso contrario, en el que la subjetividad tanto individual como de una comunidad o de la sociedad en general tiene implicaciones sobre la forma en que se estudian o analizan determinadas situaciones.

De acuerdo con Saaty y Vargas (2012), el proceso de toma de decisión y comparación que realizan las personas se da en dos términos; cuando se comparan alternativas o atributos a partir de características en común que hacen posible para el agente priorizar uno sobre el otro, se hace referencia a

comparaciones relativas, las cuales se dan al momento de comparar alternativas entre sí, mientras que, al compararles a partir de una línea base determinada a través de la experiencia o de conocimiento común (como puede ser cierto nivel de calidad mínima en algún activo ambiental) se hace referencia a comparaciones en términos absolutos. Estos dos tipos de comparaciones son usados por el AHP para la generación de las escalas de medida y las ponderaciones.

Para el diseño del método es necesario dar importancia al medio a través del cual se recolectará y sistematizará dicha información, de modo que sea posible establecer una relación estructurada entre todas las variables y llevar a cabo un análisis consistente. Siguiendo a Nguyen (2014), la construcción de esta matriz para n elementos consiste en una matriz $A_{n \times n} = [a_{ij}]$, donde a_{ij} representa la importancia del elemento i respecto al elemento j , al que:

$$(i) \quad a_{ij} > 0 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$(ii) \quad a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad \text{para } i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$(iii) \quad a_{ii} = 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$(iv) \quad a_{ik} = a_{ij}a_{jk} \quad \text{para } i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

Las condiciones anteriores definen dos características importantes de las matrices de comparación pareada: (i) indica que la matriz A debe ser una matriz positiva, (ii) indica que A satisface la condición de ser una matriz recíproca, es decir, su diagonal inferior es la inversa de su diagonal superior e (iii) implica que la diagonal de la matriz es igual a 1 , es decir, que al comparar un elemento consigo mismo, el resultado debe ser de igual importancia. Por otro lado, (iv) define la condición de consistencia de la matriz A dado que, como indica Saaty (2001), es posible que las respuestas

obtenidas presenten inconsistencia ya que, aun si existe una escala definida, los individuos no determinan con tanta facilidad y precisión las calificaciones otorgadas a cada una de las opciones de modo que sus valoraciones sean coherentes entre todas ellas.

Por consiguiente, se define w_i (con $w_i > 0$) como la valoración dada por el individuo al elemento i , entonces la entrada a_{ij} de A para un individuo consistente se define como:

$$a_{ij} = w_i/w_j$$

Así, la matriz de comparación pareada para un individuo consistente se expresa como:

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

A partir de lo anterior, se busca hallar el vector de preferencias ($\omega = [\omega_i] = [\omega_1 \ \omega_2 \dots \omega_n]^T$) del individuo, correspondiente al vector propio de la matriz A con su valor propio correspondiente $\lambda = n$, definido como sigue:

$$A \omega = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n\omega_1 \\ n\omega_2 \\ \dots \\ n\omega_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_n \end{bmatrix} = n \omega$$

Para esto se utilizan las calificaciones planteadas por Saaty para la obtención de estas ponderaciones, que se presentan a continuación en la tabla 16. De este modo, en términos de fracciones, el elemento de menor importancia recibe una calificación de 1 mientras que el otro es calificado con un valor entre 1 y 9, según el grado de preferencia que tiene el individuo por este sobre el otro elemento:

Tabla 16. Escala de comparación por pares de Saaty

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente el criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	

Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B, las notaciones serían las siguiente:

- A vs B = 5/1

- B vs A = 1/5

Fuente: Aznar y Estruch (2015) con base en Saaty (1980).

Una vez se han obtenido los resultados, debe verificarse que la matriz cuadrada donde se encuentran las calificaciones cumpla tres propiedades: reciprocidad, homogeneidad y consistencia (Aznar y Estruch, 2015). Esto permitirá obtener las preferencias o la jerarquía dada por los individuos con el menor sesgo posible. Para el análisis de la consistencia se realiza un Índice de Consistencia (CI), para esto debe obtenerse el valor propio máximo λ_{max} como se muestra en la ecuación 3.1 (Saaty, 1997):

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^m \frac{(S \cdot v)_j}{m \cdot v_j} \quad (3.1)$$

Donde m representa el número de filas independientes de la matriz (el número de elementos que están siendo comparados), S representa la matriz de comparación por pares y v la matriz de vectores propios, a partir de lo cual es posible calcular el CI, tal como se muestra en la ecuación 3.2:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} \quad (3.2)$$

De donde se observa que necesariamente $m \neq 1$, pues sería el caso en el que se compara únicamente un elemento con sí mismo. Además, si $CI = 0$, la matriz es perfectamente consistente. Es importante considerar que a medida que aumenta el número de comparaciones a realizar, el error en la consistencia tenderá a incrementar. Debido a esto, Saaty (1980) propone el Ratio de Consistencia (CR) como medida alternativa para evaluar la consistencia de los resultados, el cual se define tal como se muestra en la ecuación 3.3:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.3)$$

Donde RI corresponde a valores promedio de CI generados a partir de simulaciones aleatorias de matrices de comparación por pares realizados

por Saaty y cuyos valores de acuerdo con tamaño de la matriz, según se presenta en la tabla 17. En general, se considera que el valor obtenido para el CI no debe ser superior a 0,1:

Tabla 17. Ratio de consistencia aleatoria

Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria (RI)	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fuente: Aznar y Estruch (2000), con base en Saaty (1980).

Una vez verificadas estas propiedades sobre la matriz que reúne las respuestas de cada agente, se procede al cálculo de su respectivo vector propio, el cual refleja la importancia relativa de cada uno de los atributos o de las alternativas comparadas por los individuos (Bhushan y Rai, 2004). A su vez esto es un reflejo de sus preferencias por dichos elementos. Las ponderaciones individuales obtenidas deben ser agregadas con el fin de obtener un consenso grupal (Ossadnik, Shinke y Kaspar, 2015) que será reflejo de las preferencias de la sociedad o de las comunidades involucradas y que serán llevadas al análisis de la actualización de rentas descrito previamente. Para esto, de acuerdo con la heterogeneidad de la población²⁵ evaluada (grupo de expertos), suelen aplicarse dos métodos: media geométrica cuando la población tiende a ser homogénea; o Programación por metas (GP por sus siglas en inglés) cuando la población tiene a ser heterogénea.

La media geométrica se define como la raíz n -ésima del producto de todos los números a ponderar y corresponde a una medida de tendencia central de los datos que tiende a ser menor que la media aritmética, siendo igual únicamente cuando todos los x_i son iguales. Por otra parte, la media geométrica es menos sensible a valores extremos y considera todos los valores de la distribución. Esta media viene dada por la ecuación 3.4. En

este sentido, para el caso del Amuvam, se agregan las ponderaciones dadas por cada individuo a cada atributo evaluado.

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} \quad (3.4)$$

Por otro lado, GP corresponde a otro método de AMC, de acuerdo con Aznar y Guijarro (2011) este es una extensión de la programación lineal que incluye múltiples objetivos a través del cual se pretende encontrar soluciones compromiso que, si bien no satisfacen plenamente todos los objetivos, sí hacen posible alcanzar ciertos niveles de satisfacción que podrían considerarse suficientes. La GP corresponde a una regresión en norma ℓ_1 , definida como:

$$\|x\|_1 = \sum_{i=1}^n |x_i| \quad (3.5)$$

Diferente a la norma ℓ_2 , en la cual se basan las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios. En este sentido, GP minimiza la suma de los valores absolutos de la distancia entre la función y los respectivos valores de las variables. Esta toma como consideración la presencia de variables de interés o variables explicativas para obtener los respectivos ponderadores. Un modelo de GP ponderado para cada atributo se describe como:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^m p_k(d_i^- + d_i^+)$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

Restricción de meta:

$$f(x_j) + d_i^- + d_i^+ = b_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m$$

Restricciones del sistema:

$$\begin{aligned} &\leq \\ f(x_i) &= b_i \quad \text{para } i = m + 1, \dots, m + p \\ &\geq \end{aligned}$$

Con $x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$ para $i = 1, 2, \dots, m$ y $j = 1, \dots, n$. Donde Z es la función objetivo, x_j es la j -ésima variable de decisión, b_i es la respectiva meta, d_i^- es la desviación negativa de la variable i respecto a la meta, d_i^+ es la desviación positiva de la variable respecto a la meta, p_k es el factor de importancia de la k -ésima meta y, usualmente, $f(x_j)$ corresponde a una función lineal de la forma $f(x_j) = \sum_{i=1}^n a_{ij}x_j$, siendo $f(x_j)$ un vector de J restricciones. Al optimizar el modelo anterior, el cual minimiza el valor absoluto de los errores, obtendremos como coeficientes estimados los respectivos ponderadores de cada variable. Este método y sus diferentes variaciones son desarrolladas a mayor profundidad por Hura, Adnam, Chik-Kong y Mohd (2005). Como se menciona, esta metodología para la agregación de las preferencias es adecuada cuando existe heterogeneidad entre los individuos, dado que permite controlar por variables que reúnen dicha diferencia.

Satisfacción, importancia y preferencias

Preguntas como de qué forma las personas determinan el valor económico de las cosas que los rodean o qué características de los objetos es tomada en cuenta al a hora de asignar un valor económico a los mismos, suelen generar intriga a los economistas, en especial cuando se tienen que enfrentar a la asignación de valor económico de bienes y servicios que no tienen un mercado en específico.

A la hora de abordar los distintos métodos existentes de valoración económica, queda claro que el valor asignado por los individuos a los bienes y servicios es construido a partir de las elecciones que éste realiza (Koop, Pommerenhne y Schwarz, 1997; Fernández, 2003; Figueroa, 2005). En las elecciones realizadas por los individuos estos revelan sus preferencias a la hora de analizar si el objeto elegido es preferido por encima de las otras alternativas que fueron desechadas en el proceso de selección. Claramente, el proceso de asignación de valor económico basado en las preferencias está sujeto a un subjetivismo antropocéntrico (Figueroa, 2005), ya que la importancia de la elección recae en la persona que valora y

no en las características intrínsecas del bien en sí mismo, cosa que ocurre especialmente en el momento que se pretende valorar bienes que no poseen su propio mercado.

En este proceso de elección es imprescindible que el individuo que decide tenga pleno conocimiento del bien que está valorando, para así poder tener en cuenta sus características a la hora de compararlo con otros. Si se sigue estrictamente los postulados antes mencionados, el proceso de asignación de valor económico perdería parte de su esencialidad al ser generalizado a un individuo representativo dado que este deja de considerar las divergencias culturales que pueden influir en el proceso de elección y, por tanto, en la determinación de un valor económico.

Este concepto de “valor” ha atravesado por diferentes etapas en el proceso de acotar su definición como medida de las preferencias de los agentes. Fernández (2003) resalta algunas nociones de este proceso donde se indican múltiples significados que hacen referencia a los valores personales y sociales, tales como: (1) una razón para llevar a cabo una acción, (2) cualidad o práctica que da valor a un objeto para un individuo y (3) criterio que hace posible la elección de una alternativa o un curso de acción entre múltiples opciones. Fernández (2003) resalta que este tipo de valores se ven realizados en palabras, acciones, prácticas, instituciones sociales e interacciones entre individuos que, al ser considerados dentro del proceso de valoración, hacen posible obtener una noción de valor integral para aquellos bienes que no cuentan con un mercado, como es el caso de la naturaleza.

Desde una mirada económica²⁶, la noción del valor se ha desarrollado tanto desde una perspectiva objetiva, defendida por autores como Smith, Ricardo, Mill y Marx; como desde una perspectiva subjetiva con autores como Galiani, Jevons y Menger, para quienes el “valor” que un individuo otorga a un bien, es decir, las preferencias de dicho individuo, se vería determinado por el nivel de satisfacción que este le produce en una situación en particular (Farber, Costanza y Wilson, 2002; Fernández, 2003).

Por otro lado, Farber, Costanza y Wilson (2002), resaltan la diferencia entre los conceptos de “sistema de valor”, “valor” y “valoración”. El primero se refiere a aquellas normas o preceptos que rigen las acciones y

los juicios de los individuos relacionados con los marcos legales y morales a partir de los cuales los individuos le dan importancia a un elemento con respecto a otro. El segundo término se define como la contribución de un elemento (bien) a la satisfacción de ciertos objetivos o metas que tiene el individuo o a la importancia que este le otorga desde su realidad bajo el sistema de valor definido. Finalmente, los autores definen el concepto de “valoración” como el proceso de expresar el valor de cierto elemento u objeto en particular. En el campo ambiental, la valoración se realiza por medio de la evaluación económica del medio ambiente.

A pesar de las diferencias entre estos tres conceptos podemos encontrar en ellos una línea conceptual que relaciona la importancia que le otorga el individuo a un bien y el valor asignado al mismo. Lo que se encuentra directamente enlazado con el nivel de satisfacción que el individuo percibe del uso directo o indirecto de este bien, cómo este participa en su satisfacción de metas y necesidades.

Es importante tener en cuenta las dificultades que presentan los individuos para valorar los activos ambientales ya que, en un principio, no cuentan con información suficiente sobre los BSE que estos prestan al entorno y a su propio bienestar (Diakoulaki y Stelios, 2004). Por consiguiente, si se busca que los agentes puedan organizar sus preferencias sobre estos bienes, no solo desde un punto de vista individual; sino también desde un enfoque “altruista” donde se tengan en cuenta los objetivos y responsabilidades de un colectivo, los autores plantean el uso de los métodos de AMC. Estos métodos, y, específicamente, el AHP son herramientas que tienen en cuenta el nivel de satisfacción y la importancia que dan los agentes a los bienes en el proceso de construir y generar sus preferencias y, finalmente, determinar el valor de los mismos.

Ventajas y limitaciones del método

Como se muestra en la tabla 18, el AHP presenta tanto ventajas como limitaciones, que deben ser consideradas durante la planeación, desarrollo y aplicación del método, especialmente, según el contexto en el que será

aplicado para la obtención de resultados coherentes que aporten de manera significativa a la toma de decisiones.

Tabla 18. Ventajas y limitaciones del AHP

Ventajas	Limitaciones
El AHP permite incluir y comparar en un mismo análisis criterios tanto cualitativos como cuantitativos de distinta naturaleza.	El AHP es de naturaleza subjetiva por lo que los resultados finales son más el reflejo de la preferencia del grupo de expertos y no las preferencias del colectivo que representan. Por lo tanto, la cuidadosa selección de los expertos determina la obtención de resultados que aporten de manera significativa y adecuada al proceso de toma de decisiones.
El AHP permite descomponer un problema de toma de decisiones para facilitar su análisis y permitir construir jerarquías u órdenes para sus criterios.	Es posible que se presente una reversión en las preferencias, es decir, un cambio en el orden dado a los criterios, cuando se incluye un criterio adicional, especialmente si este presenta similitudes con los incluidos previamente, lo que puede llevar a problemas de inconsistencia.
Al proveer un mecanismo útil para verificar la consistencia de los resultados obtenidos a nivel individual es posible prevenir y reducir posibles sesgos sobre los resultados finales.	A medida que se incorporan más criterios al análisis, incrementa la dimensión de la matriz de comparación por pares, lo que puede dificultar al individuo comparar todos los criterios de manera consistente, además de implicar mayor tiempo y esfuerzo para la obtención de los resultados finales.
El AHP representa un soporte para la toma de decisiones grupales mediante el consenso al agregar, ya sea a través de la media geométrica, de la GP o de las preferencias de los individuos obtenidas a partir de la matriz de comparación por pares.	En algunos casos o contextos, la escala de nueve calificaciones planteada por Saaty (1990) no es clara, dado que para los individuos puede dificultarse señalar con seguridad si, por ejemplo, debe otorgar una calificación de 7 o de 8 a un criterio frente a otro, lo que puede incidir sobre la consistencia de sus respuestas.
El AHP permite estudiar y modelar situaciones donde se presenta riesgo e incertidumbre dado que hace posible obtener escalas en casos donde las medidas ordinales no existen.	La agregación de los resultados o preferencias individuales puede llevar a la pérdida de información si no se realiza de forma adecuada, al considerar las características socioeconómicas de la población, es decir, si no se considera adecuadamente la homogeneidad o heterogeneidad del grupo de expertos.
La matriz de comparación por pares es de fácil comprensión para los individuos, por lo que se facilita el	El valor económico asociado a cada componente dependerá del monto que se asocie al valor <i>pivot</i> y de la adecuada construcción del flujo de caja correspondiente,

indagar por las preferencias de los mismos.	por lo que una mala especificación de este podría llevar a subvalorar o a sobrevalorar el bien o servicio ambiental en cuestión.
---	--

La selección de la muestra se realiza con base en el conocimiento que los agentes tienen sobre el problema o caso de estudio, por lo que el grupo de “expertos” cuenta con mayores criterios para aportar a la toma de decisiones.	
--	--

Dado que no indaga de forma directa por la DAA o la DAP de los agentes, se hace más natural a los individuos responder el cuestionario, al facilitar el proceso de recolección de información.	
--	--

Caso de aplicación: VEI de un proyecto minero en el departamento de Antioquia

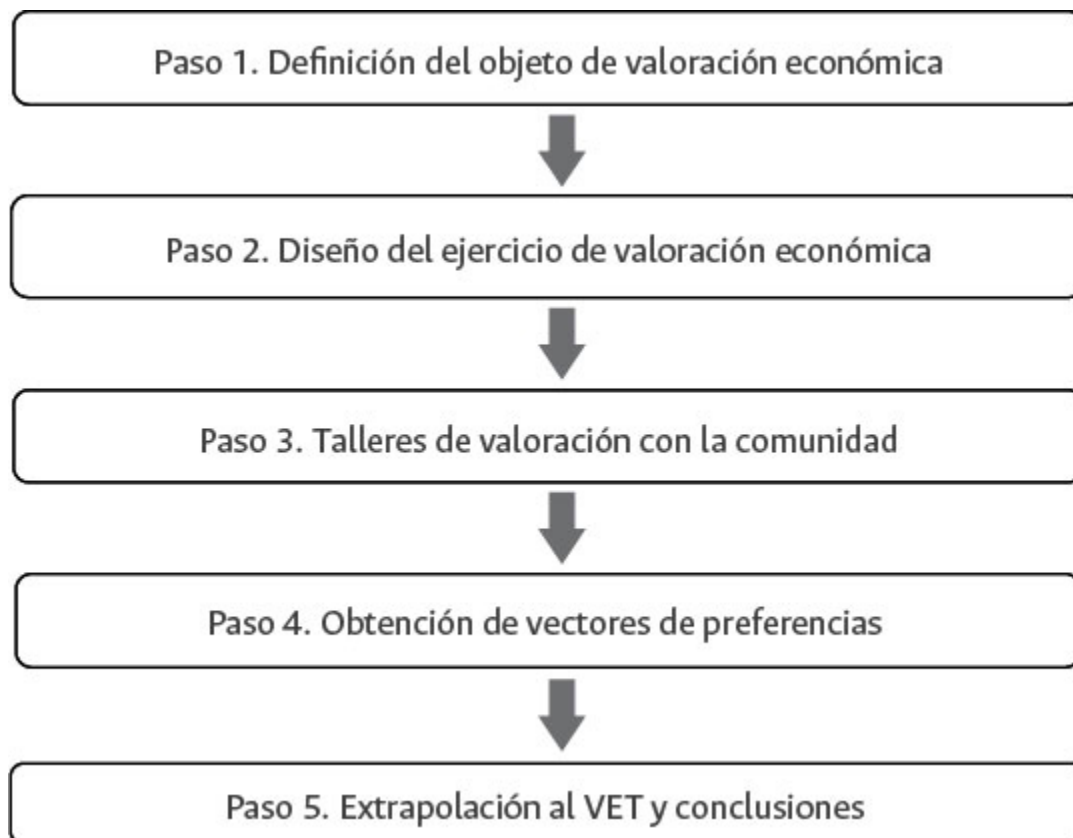
A partir de las consideraciones anteriores, el Amuvam fue aplicado en la VEI ambientales de proyectos de distinta naturaleza, tales como proyectos mineros y de transmisión de energía, que serían construidos o fueron construidos en zonas principalmente rurales donde, debido a las características socioeconómicas de la población, se consideró necesario la aplicación de una técnica que permitiera obtener de una forma más dinámica y clara sus preferencias con respecto a los atributos o componentes ambientales que se podrían ver afectados por los impactos a valorar, a fin de involucrarlos en el proceso de toma de decisiones.

Se considera que la aplicación de estas metodologías es importante y adecuada cuando se evalúa un proyecto que afectará zonas rurales alejadas de centros urbanos donde, por ejemplo, la población cuenta con pocos años de estudio y poca o nula interacción con entes privados o estatales. En estos contextos, indagar de forma directa por la DAP de los agentes puede implicar grandes complicaciones y respuestas negativas de las personas al pedirles reportar su DAP, aunque sea un escenario hipotético, para evitar afectaciones sobre el medio ambiente que no son su responsabilidad ni resultado de su acción directa sobre los recursos. Es decir, preguntar a estas

comunidades por cifras monetarias de manera directa, representa un tema sensible que puede resultar en sesgos importantes. Así, se considera que el AMC permite identificar las preferencias de los individuos de manera apropiada, al enfrentarlos a problemas de decisión más cercanos a su realidad y evitar el uso de lenguaje que puede llevar a conflictos y desviar el objetivo principal del ejercicio.

En este apartado se presenta el ejercicio de valoración económica aplicado a un proyecto de explotación minera en el departamento de Antioquia (Colombia). Este estudio fue realizado por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG y se presentó ante la Anla en el marco del proceso de licenciamiento del proyecto, que concedió la Licencia Ambiental mediante la Resolución 1685 del 21 de diciembre de 2017. A continuación, se expondrán los resultados obtenidos en este ejercicio que fue diseñado en cinco (5) etapas, como se indica en la figura 17.

Figura 17. Etapas del ejercicio de valoración económica aplicando AHP



En términos generales, los impactos seleccionados para la evaluación económica mediante esta técnica corresponden a aquellos que generan efectos residuales en el ecosistema, es decir, sus efectos no logran ser compensados o internalizados efectivamente mediante la implementación de las medidas de manejo ambiental propuestas. También se tuvo en cuenta la influencia que tenían estos impactos en las actividades cotidianas de las poblaciones, lo que hace difícil encontrar información secundaria confiable y apropiada para aplicar un método indirecto u otros enfoques de valoración mediante el análisis de mercados sustitutos o complementarios. En este sentido, para la aplicación del método se determinó un grupo de “expertos” conformado por líderes de las comunidades presentes en el AID y, en algunos casos, representantes de las Administraciones Municipales tanto en el AID como en el AII, de acuerdo con la magnitud del proyecto y a requerimientos de la Autoridad Ambiental competente, con quienes se desarrolló el ejercicio de valoración como es propuesto por el método AHP.

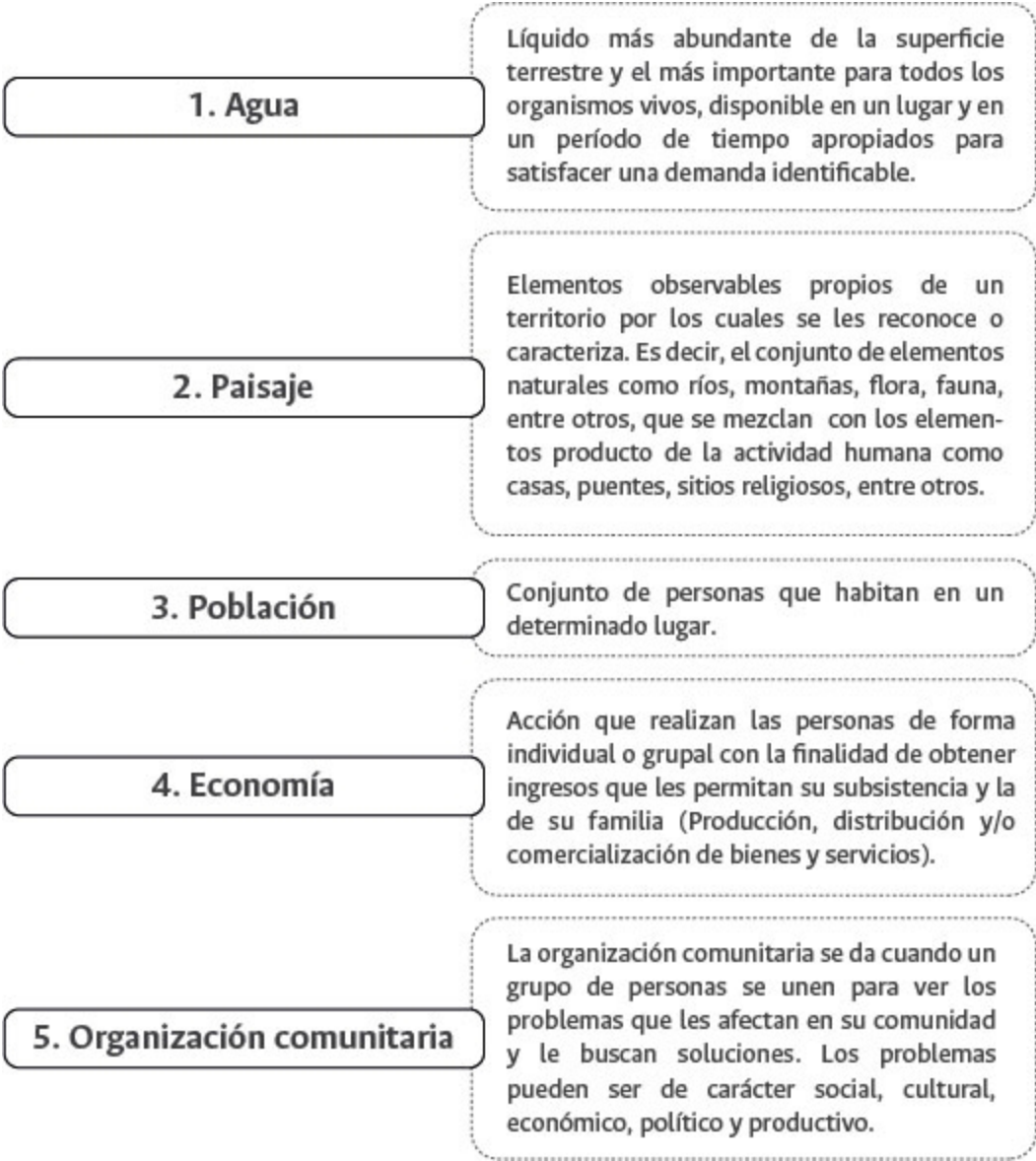
Definición del objeto de evaluación económica

En atención al Manual de Valoración Económica de la Anla (2017) es necesario relacionar cada uno de los impactos a valorar con los BSE que podían resultar afectados por las actividades del proyecto. En este sentido, se definieron agrupaciones en términos de los componentes ambientales, según la clasificación presentada por Conesa (2010) en su *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Para esto, se identificaron aquellos componentes que se veían relacionados de forma más directa con aquellos impactos que serían valorados mediante técnicas directas dada su magnitud y alcance, pues estos corresponden a modificaciones favorables o desfavorables sobre estos componentes (Conesa, 2010).

Por otro lado, se consideró contar con entre cinco (5) y nueve (9) criterios pues, tal como indica Miller (1956), la cantidad de piezas de información que puede procesar simultáneamente una persona oscila entre estos valores. Por esto, se consideraron cinco componentes ambientales, como se puede ver en la anterior figura 18. Como se mencionó, cada uno de

los componentes ambientales fue relacionado con los impactos ocasionados por las actividades del proyecto. Fue también por esto que, al momento de agrupar los impactos en los componentes, se tuvo en cuenta su naturaleza, es decir, se asociaron los impactos de acuerdo con el signo indicado en la evaluación cualitativa, que permitió clasificar los negativos como costos ambientales y los positivos como beneficios ambientales.

Figura 18. Selección de componentes ambientales



Así, los componentes ambientales seleccionados fueron asociados con los impactos relacionados, de modo que el ejercicio de valoración económica se pudiera centrar principalmente en los dos siguientes aspectos: encontrar el nivel de satisfacción que la población manifiesta por las condiciones actuales de cada uno de los componentes ambientales descritos y estimar el nivel de importancia que tiene para la comunidad los posibles cambios que pudieran presentarse en cada componente ambiental a causa del proyecto. De modo que fuera posible realizar un comparativo al respecto que permitiera generar conclusiones y recomendaciones a la gestión ambiental y social del proyecto. A continuación, en la tabla 19 se muestra la asociación de estos componentes a los impactos correspondientes para el proyecto presentado:

Tabla 19. Impactos asociados al cambio en cada componente ambiental

Componente ambiental	Impactos ambientales	Naturaleza de los impactos
Agua	- Alteración de la dinámica fluvial - Alteración fisicoquímica y bacteriológica de la calidad del agua superficial - Afectación de la biota acuática - Afectación de ecosistemas acuáticos	Negativos (-)
Paisaje	Cambio en la calidad visual del paisaje	Negativo (-)
Población	- Cambios en la dinámica poblacional - Variación en los niveles de salubridad - Incremento en la demanda de bienes y servicios - Interrupción de la dinámica y movilidad tradicional de la población	Negativos (-)
Economía	- Modificación en la economía local - Modificación de la movilidad local	Positivos (+)
Organización comunitaria	Cambios en los niveles de gobernabilidad	Positivo (+)

Diseño del ejercicio de evaluación económica directa

El segundo paso consistió en el diseño del ejercicio de valoración económica de los impactos ambientales seleccionados y los componentes

asociados a las posibles afectaciones causadas por los mismos. Para esto, fue necesario construir el instrumento de recolección de información el cual sería aplicado al grupo de expertos definido previamente.

i. Instrumento de recolección de información

El instrumento de recolección de información²⁷ fue diseñado según las recomendaciones metodológicas de Aznar y Estruch (2015) para la aplicación de AHP en la valoración económica. El resultado fue un cuestionario semi-estructurado dividido en cuatro bloques. El primero indagó con cada entrevistado por su nivel de conocimiento del proyecto y del AID. El segundo preguntó por el nivel de satisfacción con el estado actual de cada componente ambiental y la justificación de por qué se sienten de esa forma. El tercer bloque se concentró en el nivel de importancia que le otorgan los entrevistados a los posibles cambios producidos por el proyecto sobre los componentes ambientales comparándolos por pares; las respuestas de esta sección nutren la estimación de la valoración a través de un AMC basado en las preferencias y declaraciones del entrevistado, quien es representante legítimo de su comunidad. Finalmente, en el cuarto bloque se incluyó algunas preguntas que permitieron hacer una caracterización socioeconómica de las personas que participaron en el ejercicio. La validación estuvo a cargo de un grupo de economistas y profesionales ambientales que tienen conocimiento sobre el proyecto, la zona y las técnicas de evaluación económica.

ii. Definición de participantes en el ejercicio

Como se mencionó con respecto a la población participante en el ejercicio de valoración económica, en lugar de tomar una muestra aleatoria, se seleccionó un grupo de “expertos” conformados por líderes o personas representativas de cada una de las unidades territoriales del AID y AII del proyecto. Esta decisión fue tomada de acuerdo con Navrud (2000), Vallés, Aznar y Estruch (2014), quienes priorizan la experiencia y el conocimiento con respecto al objeto a valorar por parte de los expertos sobre el número de encuestados. En este sentido, se considera que la representatividad no está en el número de personas entrevistadas; sino en tomar un grupo de expertos

que conozca bien las condiciones del entorno y las necesidades de sus comunidades, dado que estas personas, al ser seleccionadas de forma legítima, cumplen con el principio de soberanía del consumidor, permitiéndoles declarar las preferencias del colectivo (Figueroa, 2005). Aun así, se consideró como un criterio importante para la selección del grupo incluir representantes de todas las unidades territoriales en AID y AII del proyecto, con el fin de que los resultados finales efectivamente fueran reflejo de la percepción de todos aquellos que percibirían los impactos de manera más directa, por esto el primer punto de contacto fueron aquellos líderes que por lo general facilitaban la comunicación entre la empresa dueña del proyecto, la empresa consultora, agentes gubernamentales y la comunidad. Además, se buscó que este grupo de personas hubiera participado previamente de actividades de información del proyecto y socialización de impacto, de tal modo que sus respuestas y decisiones fueran tomadas de manera informada y contextualizada.

La determinación de este grupo de expertos se dio convocando a los líderes comunitarios (presidentes e integrantes de las Juntas de Acción Comunal y personas consideradas de importancia por las comunidades) que conocían bien su realidad, estaban familiarizados con el entorno y habían participado en los procesos previos de información y socialización del proyecto para conocer su descripción, impactos y estrategias de manejo. Además, quienes por su papel en cada comunidad dentro de las organizaciones comunales y las agremiaciones productivas están respaldados para representar legítimamente las elecciones y/o preferencias colectivas de sus unidades territoriales. Así mismo, fueron incluidos en el ejercicio representantes de Administraciones municipales del AII, quienes tienen conocimientos sobre las necesidades y situación real de las poblaciones a quienes representan y los posibles efectos de este tipo de proyectos en el bienestar de sus comunidades.

Durante la convocatoria se contactó a cada líder comunitario y se le invitó junto a ocho (8) integrantes de la comunidad que cumplieran las características mencionadas para hacer parte del grupo de expertos en el ejercicio de valoración económica. Por otro lado, se envió una invitación a cada alcaldía del AII, específicamente a personas que representaban una

autoridad en términos de medio ambiente en el municipio, a quienes se les pidió asistir junto a por lo menos 5 funcionarios públicos en áreas relacionadas. Con lo anterior, se esperaba una participación total de alrededor de 60 personas, finalmente, se contó con 57.

iii. Talleres de valoración económica

Los talleres de valoración económica y el material presentado fueron organizados en función de los datos que se buscaba recolectar para medir los cambios en los componentes ambientales, con los que se pudiera llegar a una monetización y proveer a los entrevistados las herramientas adecuadas para que declararan de forma real sus preferencias, en términos del nivel de satisfacción e importancia que conceden a los componentes ambientales. Fue entonces necesario preparar diferentes materiales visuales como fotografías y mapas con el fin de familiarizar a los entrevistados con el objeto de estudio, así como desarrollar un taller más lúdico y de fácil comprensión, tal como se muestra en la fotografía 3, a continuación:

Fotografía 3. Aplicación del ejercicio de Amuvam



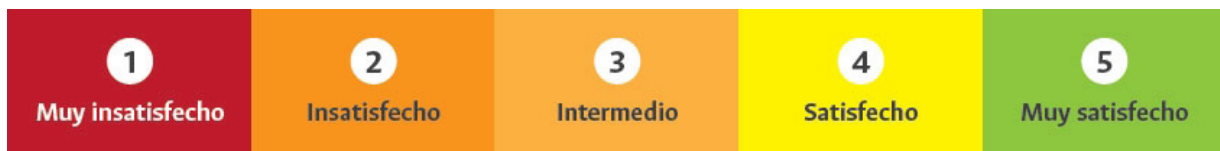
- ***Nivel de satisfacción***

La satisfacción se refiere al sentimiento de bienestar o placer que percibe un individuo cuando ha cubierto una necesidad y lo acompaña un estado emocional que lo hace sentir “bien”; dicho sentimiento se rige principalmente por apreciaciones subjetivas y particulares de cada individuo. La satisfacción es un elemento fundamental para entender las preferencias de los grupos económicos y así llegar a valoraciones objetivas de los recursos comunes que utilizan y tienen a su disposición. Para poder medir la satisfacción de forma homogénea y objetiva, se revisaron algunos estudios como los propuestos por el Centro de Estudios Superiores en Turismo (2012) y las normas de acreditación de estándares internacionales²⁸, donde se identifican múltiples factores que pueden verse relacionados con el nivel de satisfacción que la persona percibe a partir del

disfrute o el uso de bienes y/o servicios. Para estos ejercicios se definió e indagó por el nivel de satisfacción en términos de: variedad, disponibilidad y calidad o nivel de conservación. Este bloque se incluyó en el ejercicio con el fin de medir y analizar la percepción del estado de los componentes ambientales antes del proyecto y, así, construir un índice que sirviera, no solo para evaluar los cambios en los componentes; sino para enfocar acciones que los mejoraran y aumentaran el bienestar social.

Para medir el nivel de satisfacción de las personas, se complementó la escala cualitativa con la cuantitativa de forma que las personas pudieran declarar mejor la situación en la que se sentían. Se les presentó una escala ascendente, tipo termómetro, como se muestra en la figura 19, donde los escenarios extremos recibían las calificaciones de 1 para muy insatisfecho (peor situación posible) y 5 para muy satisfecho (mejor situación posible). Además, al preguntarles a los expertos por su nivel de satisfacción actual ante cada componente ambiental, se le apoyó con imágenes y luego de declarar sus respuestas, se le indagó sobre las razones por las que consideraba ese nivel de satisfacción.

Figura 19. Niveles de satisfacción



- ***Nivel de importancia***

El punto central de la aplicación del AHP se trata de la comparación por pares de los elementos seleccionados para definir la importancia. En los estudios presentados por Aznar y Estruch (2015), a los entrevistados se les pregunta: “Entre un Elemento₁ y un Elemento₂ ¿Cuál considera es de mayor importancia?”. Para este estudio en específico, se le posibilitaron dos opciones de respuesta, es decir, cada individuo pudo declarar si prefiere un elemento en vez del otro o si ambos le son igual de importantes. En estos ejercicios, antes de que los entrevistados manifestaran sus preferencias, se

les pidió pensar en los efectos que podrían darse en cada uno de los componentes ambientales con el desarrollo del proyecto, al explicarles la relación de estos cambios con los impactos asociados a cada componente ambiental. Se construyó un tablero de comparación (como se muestra la figura 20) acompañado de imágenes con el ánimo de que las personas tomaran de forma más consciente y objetiva su decisión, en función de atribuir mayor importancia al componente que para la sociedad podría tener mayores cambios o efectos en el bienestar a causa del proyecto.

Figura 20. Tablero de comparación de componentes

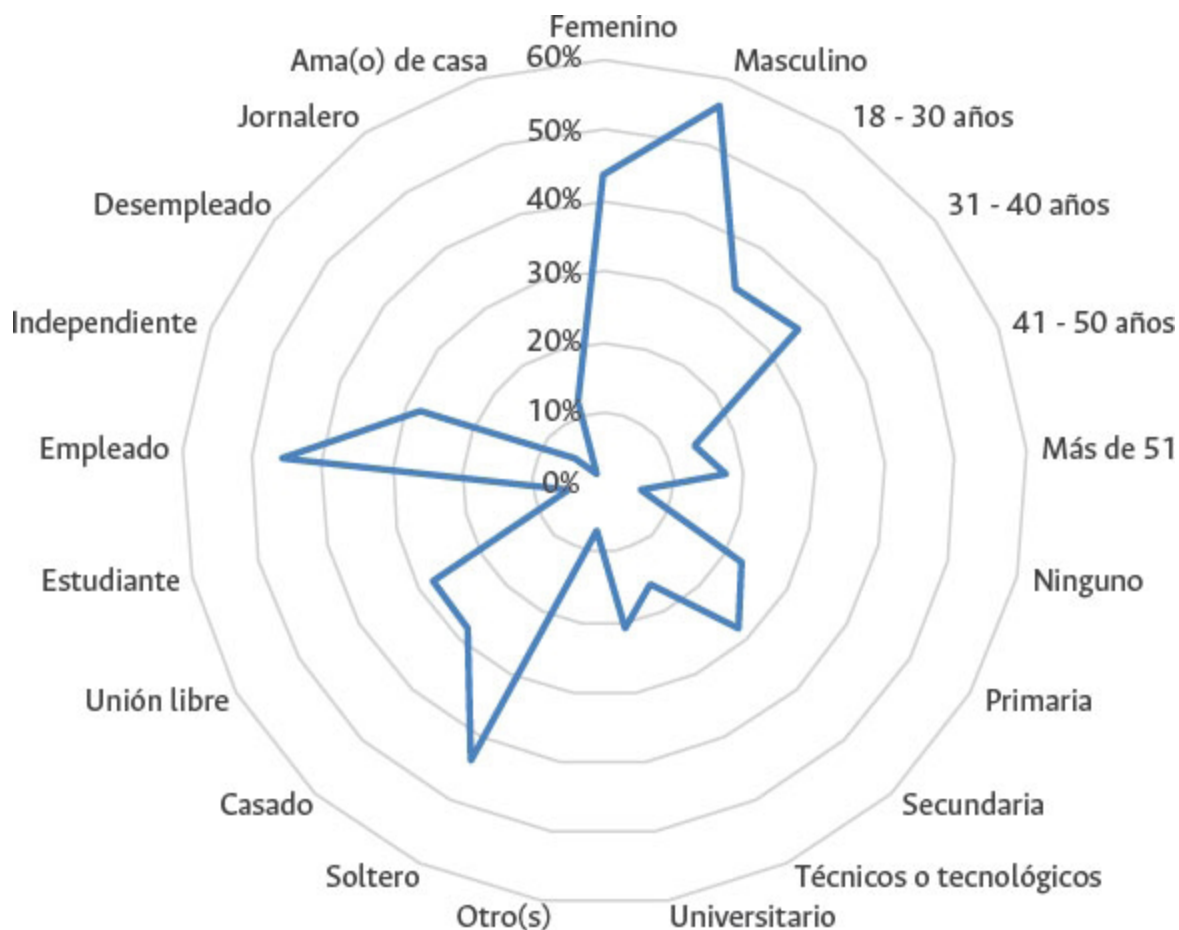
Componente ambiental 1	Más importante	IGUAL	Más importante	Componente ambiental 2
------------------------	----------------	-------	----------------	------------------------

Análisis de resultados

iv. Análisis descriptivo de la muestra

Las características socioeconómicas del total de la muestra están resumidas en la figura 21, de donde se deduce una participación mayoritaria de los hombres (56,14%). La distribución de la muestra por edades cuenta en su mayoría con personas que tienen entre 31 y 40 años (35,09%), seguidos por quienes tienen entre 18 y 30 (33,33%), más de 51 años (17,54%) y entre 41 y 50 años (14,04%). En cuanto al nivel de educación de la muestra, el 22,81% había culminado estudios de primaria y el 28,07% había terminado la secundaria, mientras que el 21,05% poseía estudios universitarios, el 15,79% había realizado estudios técnicos o tecnológicos y el 7,02% había conseguido estudios de posgrado. Sobre el estado civil de la muestra, se destaca que el 43,86% de las personas en la zona son solteras y con la misma proporción de 28.07%, se encontraban quienes estaban casados o en unión libre.

Figura 21. Caracterización socioeconómica del conjunto total de la muestra



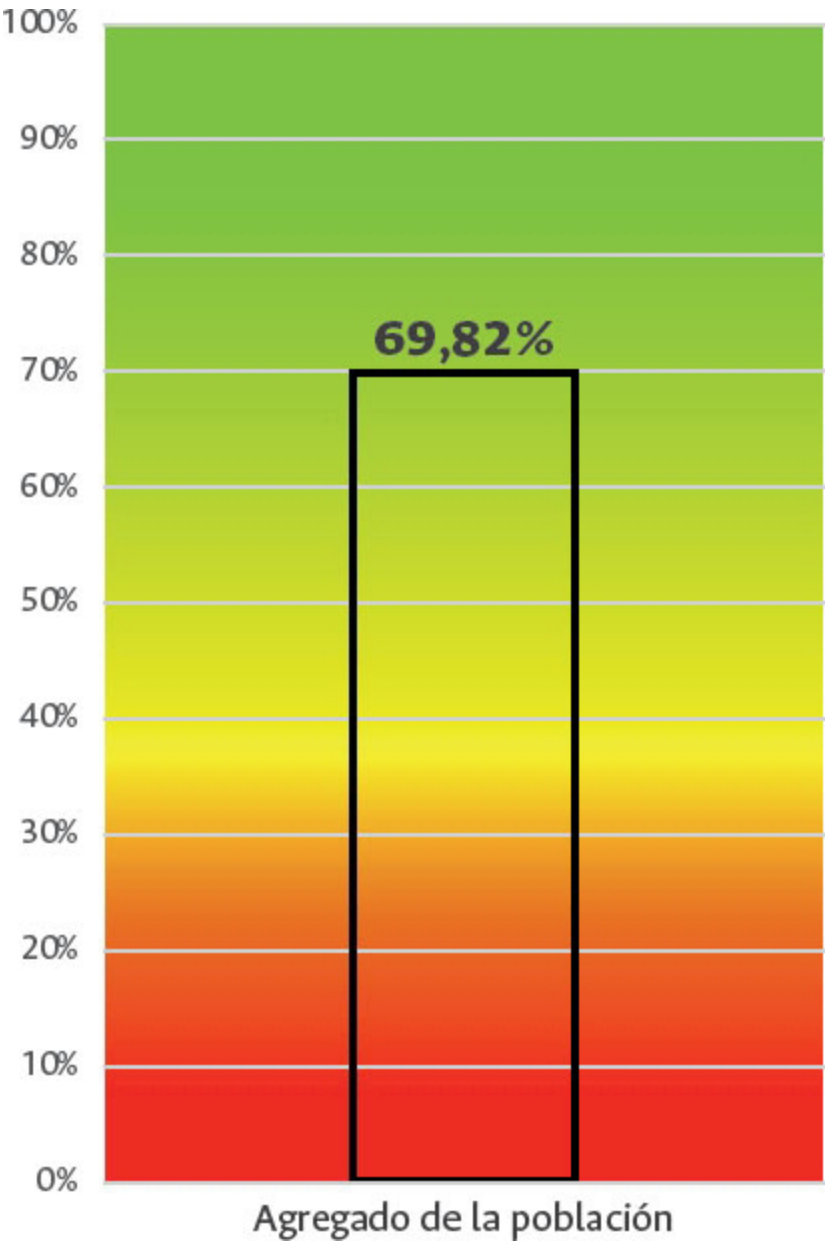
v. Resultados de la aplicación del AHP

- ***Nivel de satisfacción***

Las respuestas dadas por los dos grupos de expertos (líderes comunitarios y líderes institucionales) son agregadas con el fin de identificar el nivel de satisfacción promedio del total de los encuestados, a través del cual se identifica la percepción de bienestar que tienen los individuos en el estado actual (situación sin proyecto) de los distintos componentes ambientales, con respecto a la mejor situación posible en la que podría encontrarse (bienestar completo). Como se observa en la figura 22, en términos generales la población se considera “satisfecha”, dado que su índice de satisfacción se ubicó en el 69,82%. Es de anotar que el 40% de los entrevistados se considera “satisfecho” con la situación actual de los componentes ambientales, el 35% “muy satisfecho”, el 21% se ubica en la

calificación de “intermedio” y el 4% se encuentra “insatisfecho”. Esto muestra que, si bien la mayoría de los participantes se considera en una situación favorable, existen aspectos por mejorar que pueden incidir positivamente sobre el bienestar de la población. Por otro lado, ninguno de los entrevistados se ubicó en un nivel de “muy insatisfecho”.

Figura 22. Nivel de satisfacción de la población



En la tabla 20 se observa el promedio de la calificación dada por la población una vez se han agregado las respuestas dadas tanto por los líderes de las comunidades como por los representantes de las administraciones municipales a cada uno de los componentes ambientales evaluados. Se observa que el componente que menor satisfacción reporta a la población es la economía, pues tal como indican ambos grupos, la oferta de empleo es insuficiente y muy irregular. Por otro lado, se observa que el componente con el cual la población se siente más satisfecha es el paisaje, con una calificación promedio de 3,81, que responde principalmente a la sincronía entre naturaleza y cambios antrópicos, los cuales se unen en armonía, según la población:

Tabla 20. Nivel de satisfacción promedio de la población

Población	Agua	Paisaje	Población	Economía	Organización comunitaria
Promedio Comunidades	3,18	3,81	3,61	3,12	3,74

- **Importancia**

Al agregar las preferencias obtenidas para cada individuo aplicando media geométrica, es posible obtener las preferencias del total del grupo de expertos. En este sentido, estas personas cumplen con el principio de soberanía del consumidor, que les permite declarar las preferencias del colectivo ya que, por su conocimiento y participación en la comunidad, representan lo que ella valora. En la tabla 21, se presentan los vectores de preferencia del grupo de expertos, donde se observa las preferencias de cada uno de sus integrantes, discriminados entre: representantes de la comunidad y líderes institucionales.

Tabla 21. Vectores de preferencias por individuo

Observación	Componente				
	Agua	Población	Paisaje	Economía	Organización comunitaria
1	13,64%	7,17%	3,77%	49,45%	25,97%
2	49,45%	13,64%	3,77%	25,97%	7,17%
3	27,13%	12,29%	18,26%	21,16%	21,16%
4	7,17%	3,77%	25,97%	13,64%	49,45%
5	30,64%	2,98%	30,64%	5,10%	30,64%
6	16,96%	21,30%	19,81%	25,14%	16,79%
7	18,26%	21,16%	12,29%	21,16%	27,13%
8	27,65%	18,09%	14,62%	11,71%	27,93%
9	40,13%	15,37%	14,42%	17,86%	12,21%
10	12,14%	12,14%	42,54%	24,67%	8,51%
11	23,90%	24,24%	13,24%	22,25%	16,37%
12	37,63%	11,71%	5,19%	14,92%	30,54%
13	27,48%	22,22%	2,48%	17,21%	30,61%
14	37,39%	18,40%	12,90%	18,40%	12,90%
15	34,67%	4,41%	16,84%	22,04%	22,04%
16	15,02%	19,81%	23,43%	12,64%	29,10%
17	27,48%	2,48%	17,21%	22,22%	30,61%

Observación	Componente				
	Agua	Población	Paisaje	Economía	Organización comunitaria
18	18,74%	14,32%	29,47%	18,74%	18,74%
19	35,61%	13,60%	8,81%	28,52%	13,47%
20	29,96%	29,96%	10,81%	10,46%	18,81%
21	51,14%	18,47%	4,02%	18,47%	7,89%
22	34,67%	22,04%	4,41%	22,04%	16,84%
23	29,50%	25,37%	17,32%	16,75%	11,06%
24	17,31%	9,58%	18,82%	36,98%	17,31%
25	37,49%	11,79%	5,73%	7,50%	37,49%
26	47,82%	13,86%	21,56%	11,25%	5,50%
27	36,98%	18,82%	9,58%	17,31%	17,31%
28	49,45%	13,64%	25,97%	7,17%	3,77%
29	50,02%	10,00%	8,27%	13,02%	18,69%
30	49,45%	25,97%	7,17%	13,64%	3,77%
31	42,96%	13,12%	13,94%	15,46%	14,52%
32	49,45%	13,64%	7,17%	3,77%	25,97%
33	18,86%	41,29%	6,84%	3,65%	29,35%
34	22,04%	34,67%	4,41%	16,84%	22,04%
35	23,30%	23,30%	6,65%	13,51%	33,24%
36	30,48%	23,55%	9,30%	27,37%	9,30%
37	25,97%	7,17%	49,45%	13,64%	3,77%
38	38,64%	8,49%	12,62%	19,24%	21,02%
39	24,37%	16,51%	41,92%	7,60%	9,60%
40	25,31%	28,02%	10,16%	23,41%	13,09%
41	36,29%	7,89%	15,51%	4,02%	36,29%
42	30,64%	2,98%	5,10%	30,64%	30,64%
43	50,02%	13,02%	18,69%	8,27%	10,00%
44	49,45%	3,77%	7,17%	13,64%	25,97%
45	27,13%	21,16%	12,29%	18,26%	21,16%
46	18,26%	12,29%	21,16%	27,13%	21,16%
47	7,17%	3,77%	13,64%	25,97%	49,45%
48	22,01%	15,65%	3,65%	48,63%	10,06%
49	27,48%	17,21%	22,22%	30,61%	2,48%
50	13,92%	19,18%	17,21%	38,91%	10,78%
51	43,41%	10,42%	10,42%	10,42%	25,32%
52	49,45%	7,17%	13,64%	25,97%	3,77%
53	17,21%	2,48%	30,61%	27,48%	22,22%

54	38,91%	19,18%	13,92%	10,78%	17,21%
55	7,17%	3,77%	25,97%	49,45%	13,64%
56	32,08%	11,14%	14,84%	21,15%	20,79%
57	43,41%	25,32%	10,42%	10,42%	10,42%

Estos vectores son agregados con el fin de identificar las preferencias de la población y determinar la importancia que otorgan los líderes institucionales y los representantes de la comunidad, en conjunto, a los componentes ambientales evaluados en una situación con proyecto. Esto es, se determina cuál componente consideran más valioso o importante cuando el proyecto se emplaza en el territorio y se debe convivir con él. Los resultados de la agregación pueden verse en la tabla 22.

Tabla 22. Vector de preferencias de la población

Componente ambiental	Vector agregado - Preferencias de la población	Naturaleza de los impactos asociados
Agua	32,47%	Negativa
Población	14,64%	Negativa
Economía	14,43%	Positiva
Organización comunitaria	19,62%	Positiva
Paisaje	18,83%	Negativa

Tal como se observa, el grupo de expertos otorga mayor importancia al componente agua, con una participación del 32,47%, debido al importante papel que este juega para el desarrollo de la vida humana y la biodiversidad de fauna y flora, que se ha visto afectado a raíz de prácticas inadecuadas en la zona, al alterar su disponibilidad, calidad y repercutir directamente sobre la calidad de vida de la población del área de influencia. Esto contrasta con los resultados del nivel de satisfacción, donde se observa que el componente agua es el que posee una baja calificación (3,18 - Intermedio). Esto implica que, mejoras en este componente derivadas de la adecuada

gestión de los planes de manejo enfocados en mitigar o controlar los impactos asociados pueda aportar significativamente a mejorar el nivel de bienestar de la población en general. A continuación, se encuentra el componente organización comunitaria con el 19,62%, debido a que el grupo considera fundamental que la población no solo conviva en un mismo lugar; sino que se asocie y organice para la puesta en marcha de proyectos que aporten a la mejora de su calidad de vida, así como para la resolución de conflictos que afecten su convivencia. Este es además un componente con el cual el agregado de la población reporta un alto nivel de satisfacción, con una calificación de 3,74, reflejando la importancia de que este componente sea conservado y, en la medida de lo posible, presente mejorías que aporten al bienestar de la población con la llegada del proyecto a la zona.

Si bien está claro que cada uno de los cinco componentes ambientales es de gran importancia, lo que resulta interesante es la priorización realizada por los líderes institucionales y los representantes de las comunidades del área de influencia del proyecto, quienes establecen unas preferencias colectivas y reúnen la opinión común como respuesta a los procesos de votación que los legitima para tomar decisiones en pro de toda la comunidad. Es en este sentido que los impactos alteración de la dinámica fluvial, alteración fisicoquímica y bacteriológica de la calidad del agua superficial, afectación de la biota acuática y afectación de ecosistemas acuáticos (componente agua), tienen una importante influencia para garantizar y consolidar el bienestar social. Por otra parte, el impacto de cambios en los niveles de gobernabilidad (componente organización comunitaria), es uno de los costos ambientales de mayor significancia para la sociedad. Esta coherencia con los resultados obtenidos en el nivel de satisfacción muestra no solo la consistencia de los datos, sino la validez de la información obtenida, ya que los resultados demuestran un comportamiento racional desde las preferencias manifestadas por los individuos.

Cálculo del valor económico: método de actualización de rentas

Para el cálculo del valor económico mediante el método de actualización de rentas asociado a cada uno de los componentes ambientales evaluados por la comunidad, se recurre a realizar el cálculo del flujo de ingresos y egresos de la actividad económica identificada como la principal actividad productiva de la zona, incluida en el componente ambiental economía, que se establece como VUD, de donde será posible extrapolar las ponderaciones de los demás componentes a una cuantificación monetaria. Este valor de referencia encierra aquellas actividades del bien ambiental evaluado que están controladas por el mercado y, por tanto, las ponderaciones de importancia en cada componente ambiental son un mecanismo adecuado, según los principios de soberanía de consumidor y la valoración que los individuos le conceden a los bienes y servicios de acuerdo con su nivel de satisfacción para la obtención del valor económico.

Al recurrir a fuentes oficiales, tales como el Sistema de Información Minero Colombiano (Simco), la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia), el Banco de la República, la alcaldía municipal correspondiente y a la producción académica de diferentes instituciones universitarias, se realiza una comparación entre diferentes actividades económicas representativas en el área de influencia del proyecto, tales como la minería aurífera, la ganadería y la agricultura (donde se incluyen productos como el café, el frijol y el maíz). Como resultado de este análisis, se observa que, desde antes del emplazamiento del proyecto, la minería aurífera es la principal actividad económica en el área de influencia y la que mayor beneficio reporta a las comunidades de esta; la empresa dueña del proyecto es el principal agente productor acompañado de pequeñas mineras informales e ilegales. A pesar de la regulación existente en la zona, sobre estas no se contaba con información oficial reportada. Una vez determinado lo anterior, se realiza un análisis detallado sobre el papel que tiene esta actividad productiva sobre la economía de la región, donde se justifica de manera adecuada su selección como valor *pívor*²⁹.

Así, se procede a identificar los flujos de caja (ingresos – egresos) para el 2015 (último año para el cual se cuenta con información completa) generados por dicha actividad con el fin de aplicar la técnica de

actualización de rentas, que permitirá estimar el valor de referencia o *pívor*. Los ingresos son tomados a partir de información publicada por el Sistema Nacional de Información Minero Colombiano (Simco, 2015) con respecto a la producción promedio anual de oro en el municipio donde sería emplazado el proyecto y el precio internacional al que es comercializado ya que, de acuerdo con información recolectada en campo, son los precios que las distintas casas de compraventa de oro del municipio toman como referencia para comercializar este metal precioso. Por otro lado, los costos son tomados a partir de información financiera reportada por la empresa dueña del proyecto con respecto al costo promedio de la onza de oro producida, el cual asciende a los USD\$ 806 /Oz. Esto al considerar que es la empresa que mayor participación tiene en la región y que cuenta con información debidamente reportada y cuantificada, lo que hace posible aproximar un valor por onza producida.

Por consiguiente, la información procedente de las fuentes oficiales se presenta en dólares (USD\$), se realiza la respectiva conversión a Pesos Colombianos (COP) según una Tasa de Referencia del Mercado (TRM) de \$ 2.743,47 COP/UDS\$, que corresponde al Promedio Anual para el año 2015, valor obtenido a partir de cálculos del Banco de la República (2016). Por otro lado, debido a que la información respecto de la producción de oro anual presentada por el Simco es medida en Gramos (gr), se convierte a Onzas (Oz) Troy, unidad a la que se comercializa este metal precioso en el mercado internacional, donde su precio se expresa en UDS\$/Oz Troy. Es importante resaltar que todos los datos presentados se dan para el año 2015, último año para el cual se cuenta con toda la información necesaria para realizar el flujo de caja. Con base en información del Simco (2015), se observa que para el año 2015, la producción de oro en el municipio del área de influencia, medido en onzas es de 5.424,82; además, en la tabla 23 se presenta el precio internacional llevado a las unidades de medida mencionadas.

Tabla 23. Precio internacional del oro, 2015

Año	Precio internacional	Precio internacional
-----	----------------------	----------------------

	(USD\$/Oz troy)	(COP)
2015	1.160,15	\$ 3.186.317

Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG
basado en datos del Simco (2015).

De acuerdo con estos datos, el flujo de caja generado por la actividad minera en el municipio en el año 2015 y que se presenta en la tabla 24 asciende hasta \$ 5.270.755.415.

Tabla 24. Flujo de caja de la actividad minera formal en el municipio

INGRESOS	
Precio onza de oro - Mercado Internacional (COP\$/Oz)	\$ 3.182.837
Producción (Oz) – Año 2015	5.424,82
Total de ingresos	\$ 17.266.319.060
COSTOS	
Costo promedio por Oz de Oro producida (COP\$/Oz)	\$ 2.211.237
Producción (Oz) – Año 2015	5.424,82
Total de costos	\$ 11.995.563.644
Flujo (Ingreso – Costo)	\$ 5.270.755.415

Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG,
basado en datos del Simco (2015).

Al partir del hecho de esperar que el impacto generado sobre el bienestar percibido por la población sea el mínimo tras la implementación de los planes y acciones para el manejo los mismos y a la limitada información con respecto a costos promedio de la actividad minera, se

proyectará el Flujo de Caja de forma constante durante la vida útil del proyecto, correspondiente a tres (3) años de construcción y trece (13) de operación. Además, esto permitirá la comparación con los demás impactos valorados por técnicas indirectas. Es importante anotar que, con este supuesto, se encuentra el valor económico de los componentes ambientales durante el tiempo en que se manifiestan los impactos en el ecosistema. El flujo de caja es traído a VPN usando una TSD del 12%, tal como sugiere el Departamento Nacional de Planeación para proyectos de infraestructura y desarrollo, como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. VPN del flujo de caja por la actividad minera en el municipio del área de influencia

Etapas del proyecto	Año	Flujo de caja
Construcción	-3	\$ 5.270.755.415
	-2	\$ 5.270.755.415
	-1	\$ 5.270.755.415
Operación	1	\$ 5.270.755.415
	2	\$ 5.270.755.415
	3	\$ 5.270.755.415
	4	\$ 5.270.755.415
	5	\$ 5.270.755.415
	6	\$ 5.270.755.415
	7	\$ 5.270.755.415
	8	\$ 5.270.755.415
	9	\$ 5.270.755.415
	10	\$ 5.270.755.415
	11	\$ 5.270.755.415
	12	\$ 5.270.755.415
	13	\$ 5.270.755.415
VPN (TSD 12%)		\$ 36.758.175.273

De acuerdo con este resultado, la cuantificación monetaria reflejo del componente ambiental economía es de \$ 36.758.175.273. Este valor, como ya se ha mencionado, será usado como valor *pivot* para llegar a la cuantificación monetaria de los componentes restantes a partir del vector de preferencias que la comunidad ha declarado en los talleres de valoración económica. Según Aznar y Estruch (2015), para obtener el valor de cada componente se parte de la ecuación 3.6, a seguir. Es de señalar que el supuesto implícito en la ecuación referenciada es fuerte³⁰; pero permite llegar a una aproximación del VET bajo contextos usuales en la consultoría. Sin embargo, es necesario reconocer que este supuesto metodológico representa una limitación a la propia técnica y, por tanto, debe tenerse presente al analizar los resultados.

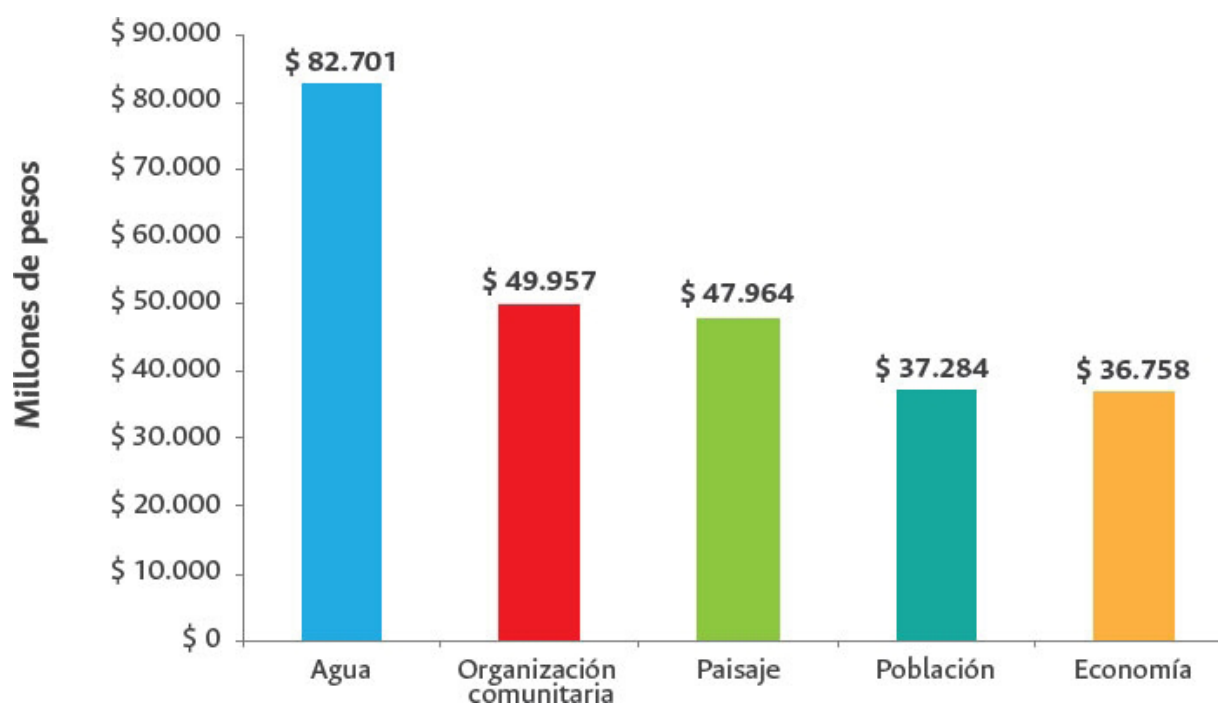
$$\left(\frac{\text{Cuantificación monetaria del Valor Pivot}}{\text{Ponderación del Valor Pivot}} \right) * \text{Ponderación del Componente} \quad (3.6)$$

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 26 y en la figura 23, donde se observa que la ponderación y valoración más alta está asociada al componente ambiental agua, estimado en \$ 82.701.329.408. En segundo lugar, el componente organización comunitaria alcanza un valor económico de \$ 49.957.440.496; paisaje es valorado por un total de \$ 47.964.150.742; población alcanzó un valor económico de \$ 37.284.438.180 y economía corresponde a \$ 36.758.175.273, el menor de todos.

Tabla 26. Cuantificación monetaria de los componentes ambientales

Componente ambiental	Preferencias de la población	Valor	Naturaleza de los impactos asociados
Agua	0,3247	\$ 82.701.329.408	Negativa (-)
Población	0,1464	\$ 37.284.438.180	Negativa (-)
Economía	0,1443	\$ 36.758.175.273	Positiva (+)
Organización comunitaria	0,1962	\$ 49.957.440.496	Positiva (+)
Paisaje	0,1883	\$ 47.964.150.742	Negativa (-)

Figura 23. Valor concedido por la población a los componentes ambientales



De acuerdo con la naturaleza de los impactos asociados, se llega a que el valor de los costos sociales generados es de \$ 167.949.918.330. Valor correspondiente a la suma de los valores obtenidos para los componentes agua, paisaje y población; mientras que el valor de los beneficios alcanza \$ 86.715.615.768, correspondiente a la suma de los componentes economía y organización comunitaria. Estos resultados se presentan en la tabla 27 y la

tabla 28, respectivamente. Deben tenerse en cuenta los efectos por las inversiones del Plan de Inversión Social enfocadas a la proyección comunitaria y el apoyo de proyectos productivos de acuerdo con las necesidades y demandas de las localidades del AID.

Tabla 27. Valoración económica de los costos asociados a los componentes ambientales

Componente Ambiental	Impactos asociados	Estimación del valor económico
Agua	Alteración de la dinámica fluvial	\$ 82.701.329.408
	Alteración fisicoquímica y bacteriológica de la calidad del agua superficial	
	Afectación de la biota acuática	
	Afectación de ecosistemas acuáticos	
Paisaje	Cambio en la calidad visual del paisaje	\$ 47.964.150.742
Población	Cambios en la dinámica poblacional	\$ 37.284.438.180
	Variación en los niveles de salubridad	
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	
	Interrupción de la dinámica y movilidad tradicional de la población	
Total		\$ 167.949.918.330

Tabla 28. Valoración económica de los beneficios asociados a los componentes ambientales

Componente ambiental	Impactos asociados	Estimación del valor económico
Economía	Modificación en la economía local	\$ 36.758.175.273
	Modificación de la movilidad local	
Organización comunitaria	Cambios en los niveles de gobernabilidad	\$ 49.957.440.496
Total		\$ 86.715.615.768

Conclusiones

En este capítulo se presentó un método de AMC, específicamente el Amuvam que corresponde al uso del AHP en conjunto al método de actualización de rentas, como una alternativa para abordar la VEI sobre BSE, de forma que se involucre en el proceso a las comunidades cuyo bienestar puede verse alterado a causa del emplazamiento de algún proyecto de infraestructura y desarrollo. Se observó que esta metodología es especialmente apropiada en contextos rurales, con bajos niveles de educación y una menor interacción por parte de las comunidades con agentes privados o gubernamentales, donde la aplicación de métodos de valoración tradicionales puede presentar dificultades o sesgos debido al tipo de preguntas que suponen aplicar, al indagar de forma más directa por cantidades monetarias que los agentes estén dispuestos a pagar o a aceptar ante un cambio en la situación inicial de los BSE que les rodean, más aun, cuando dichas afectaciones no son resultado de su actividad sobre los recursos naturales.

Esto se ilustró mediante un caso de aplicación a un proyecto minero en el departamento de Antioquia, Colombia, realizado por el Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG entre los años 2016 y 2017, que se

presenta como una de las primeras aplicaciones de estas metodologías para la VEI ambientales dentro de los EIA como parte del licenciamiento de proyectos de infraestructura y desarrollo en el país. Como resultado del estudio, se encontró que entre 5 componentes ambientales (agua, paisaje, población, economía y organización comunitaria), que agrupaban impactos ambientales tanto positivos como negativos, la comunidad otorgó mayor importancia al agua, con el 32,47%, seguido por la organización comunitaria y el paisaje con el 19,62% y el 18,83% respectivamente. Además, se encontró que el VUD, contenido en el componente economía como valor *pívor*, ascendió a los \$ 36.758.175.273, considerando un horizonte de tiempo de 16 años, correspondiente a la etapa de construcción y operación del proyecto y una TSD del 12%.

Una vez extrapolado este valor para la obtención del valor económico de los demás componentes, se observó que el agua obtuvo un valor de \$ 82.701.329.408, mientras que la organización comunitaria y el paisaje obtuvieron valores de \$ 49.957.440.496 y \$ 47.964.150.742, respectivamente. Finalmente, considerando la naturaleza de los impactos asociados a cada componente, fue posible identificar el monto asociado tanto a beneficios (economía y organización comunitaria, cuyos impactos asociados eran positivos), con un valor de \$ 86.715.615.768, como a costos (agua, paisaje y población, cuyos impactos asociados eran negativos) con un valor de \$ 167.949.918.330.

Así, se considera que estas técnicas y su respectivo sustento teórico deben continuar siendo exploradas y aplicadas para la VEI ambientales en proyectos de desarrollo, dado que permiten una perspectiva íntegra, al tiempo que se hace partícipe a las comunidades de la toma de decisiones sobre situaciones que pueden alterar, de manera positiva o negativa, el lugar que habitan y su bienestar, al considerar siempre su contexto y la realidad en la que viven. Es importante resaltar que, si bien las bondades de este método permiten aproximar el VET bajo condiciones con poca información y en escenarios usuales de la consultoría, existen aún supuestos teóricos importantes que pueden representar una limitación propia de cómo ha sido estructurado y diseñado. Al respecto, se considera que la discusión académica está abierta y que el tipo de aproximaciones aquí presentadas

continuarán ganando fuerza y participación dentro de los procesos de valoración económica del medio ambiente, gracias a su capacidad de comparar en un solo marco de análisis, criterios cuantitativos y cualitativos, lo que se considera un punto de mejora para los resultados obtenidos mediante técnicas usuales de valoración. Esto especialmente dentro de la consultoría, gracias a su flexibilidad y a las ventajas descritas. Aún así, es necesario continuar profundizando y estudiando la aplicación de la metodología presentada para este tipo de estudios y, en general, en el uso de técnicas más avanzadas de AMC que permitan atender las limitaciones del AHP y el Amuvam. En este sentido, se considera que este trabajo sirve de referente para el uso de métodos de AMC en el país como parte del proceso de desarrollo sostenible, de modo que permita mejorar cada vez más el nivel de bienestar de sus habitantes y conservar de forma adecuada los recursos naturales con los que cuenta.

Referencias

- Alonso, J. y Lamata, T. (2006). Consistency in the Analytic Hierarchy Process: A New Approach. *International Journal of Uncertainty*, 14(4), 445-459.
- Aragónes-Beltrán, P., Aznar, J., y Estruch, V. (2011, junio). *Environmental Asset Valuation Method Using AMUVAM: Application to the Assessment of the Natural Park Ebro River Delta*. Ponencia presentada en el XI International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Nápoles, Italia.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - Anla. (2015). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (Documento borrador)*. Colombia, 2015. Recuperado de http://www.anla.gov.co/documentos/institucional/1%20%20Metodologia_EA_ajustes_19-05-2015.docx
- Aznar, J. y Estruch, V. (2015). *Valoración de activos ambientales* (Segunda Ed.). Valencia: Editorial Universitat Politècnica de

Velència.

- Aznar, J. y Guijarro, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Banco de la República. (2016). *Serie empalmada del dólar estadounidense – Serie de datos promedio anual*. 2016. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- Bhushan, N. Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*. Londres: Springer.
- Boeraeve, F., Dendoncker, N., Jacobs, S., Gómez-Baggethun, E. y Dufrene, M. (2015), How (Not) to Perform Ecosystem Service Valuations: Pricing Gorillas in the Mist. *Biodiversity and Conservation*, 24(1), 187-197.
- Centro de Estudios Superiores en Turismo (2012). *Perfil y Grado de Satisfacción del Turista*. Recuperado de http://cestur.sectur.gob.mx/Anexos/PERFIL_2009-2010.pdf
- Chiabai, A., Travisi, C.M., Markandya, A., DIng, H. y Nunes, P. (2011). Economic Assessment of Forest Ecosystem Services Losses: Cost of Policy Inaction. *Environmental and Resource Economics*. 50(405), 405-445.
- Chiabai, A., Tavisi, C., Ding, H., Markandya, A. y Nunes, P. (2009). *Economic Valuation of Forest Ecosystem Services: Methodology and Monetary Estimates*. Climate Change and Sustainable Development Series: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Cuarta Ed.). Madrid: Edicions Mundi-Prensa.
- Diakoulaki, D. y Grafakos, S. (2004). *Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Applications. Multicriteria Analysis*. Grecia: National Technical University Athens.
- Estruch-Guitart, V. y Valls-Civera, A. (2018). An Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by the River Turia Natural Park (Valencia). *Economía Agraria y Recursos Naturales*. 18(2), 93-115.
- Farber, S., Costanza, R. y Wilson, M. (2002). Economic and Ecological Concepts for Valuing Ecosystem Services. *Ecological economics*,

41, 375-392.

- Fernández, A. (2003). Algunas nociones sobre valor económico y naturaleza. *Cuadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas*, 48, 1-16.
- Figuerola, J (2005). Valoración de la biodiversidad: Perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica. *Interciencia*, 30(2), 103-107.
- Huanh, I., Keisler, J. y Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3578-3594.
- Hura, M., Adnam, R., Chik-Kong, L. y Mohd, Z. (2005). Comparing Least-Squares and Goal Programming Estimates of Linear Regression Parameter. *MATEMATIKA: Malaysian Journal of Industrial and Applied Mathematics*. 12(2), 101-112.
- Koop, R., Pommerenhe, W. y Schwarz, N. (1997). *Determining the value of nonmarketed goods. Economic, Psychological, and Policy relevant aspects of contingent valuation methods*. Nueva York: Springer.
- Korhonen, P., Moskowitz, H., y Wallenius, J. (1992). Multiple Criteria Decision Support - A Review. *European Journal of Operational Research*, 63(3), 361-375.
- Medrano, J.A., Perlaza, M. y Fuentes, H.J. (2011). Estimación de tasas de capitalización de rentas de vivienda urbana estrato 3 sometidas al régimen de propiedad horizontal en Bogotá mediante modelos econométricos. *Geomática UD.GEO*, 5, 114-128.
- Miller, G. (1956). The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity to Process Information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Navarro, J., Aznar, J., y Estruch, V. (2007). *Valoración de activos ambientales utilizando técnicas multicriterio: el caso del Parque Natural de l'Albufera*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Navrud, S. (2000). Valuation Techniques and Benefit Transfer Methods: Strengths, Weaknesses and Policy Utility. En: Organisation for

- Economic Co-Operation and Development (OECD) (Ed.), *Valuing Rural Amenities* (pp. 15-40). Bruselas: OECD.
- Nguyen, Giang Huong. (2014). The Analytic Hierarchy Process: A Mathematical Model for Decision Making Problems. *Senior Independent Study Theses*. Paper 6054.
- Ospina, M. (2012). *Aplicación del Modelo Multicriterio: Metodologías AHP y GP para la Valoración de los Activos Ambientales* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Ossadnik, W., Shinke, S. y Kaspar, R. (2015). Group Aggregation Techniques for Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: A Comparative Analysis. *Group Decis Negot*, 25(2), 421-457.
- Peris, B. (2013). Valoración ambiental de viñedos mediante métodos multicriterio: Aplicación a la valoración del viñedo del término municipal de Requena. *Ojeando la agenda*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5588035>
- Prats-Casanova, L., Aznar, J., y Estruch, V. (2009). *Valoración económica y priorización del paisaje de la Albufera de Valencia mediante AHP*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. (2001). *Decision-Making with the AHP: Why is the Principal Eigenvector Necessary*. Berne: ISAHp.
- Saaty, T. y Vargas, L. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Nueva York: Springer.
- Sabater-Azorín, J. R., Aznar, J., y Estruch, V. (2005). *Valoración medioambiental del Marjal dels Moros mediante modelos multicriterio*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Salas, J.M. (2007). El modelo de Valuación Inmobiliaria en México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 5(10), 1-24.
- San Cristobal, J. (2012). *Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*. Londres: Springer.

- Simon, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Souza, P. y García, A. (2016). Valoración de los Bosques de Menorca y sus activos ambientales. En: Vicerectorat de Participacio y Projecció Territorial de la Universitat de València (Ed.), *Gestión, conservación y puesta en valor de los servicios ambientales del monte mediterráneo* (pp.150-159). Valencia: Universitat de València.
- Vallés, M., Aznar, J. y Estruch, V. (2012). Valuation of Environmental Assets by the Multicriteria AMUVAM Method and its Application to the Pego-Oliva Wetland. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(3), 597-610.
- Yin, S. y Jiang, W. (2011, agosto). *The Economic Value of Forest Ecosystem Services Assessment. Case Study of Hunan Province*. Ponencia presentada en ISAEBD: International Conference on Advances in Education and Management, Dalian, China.
- Zhang, L. (2010). *Comparison of Classical Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach and Fuzzy AHP Approach in Multiple-Criteria Decision Making for Commercial Vehicle Information Systems and networks (CVISN) project* (tesis de maestría). University of Nebraska, Lincoln, EE UU.
- Zhang, Y., Zhou, D., Niu, Z. y Xu, F. (2014). Valuation of lake and marsh wetlands ecosystem services in China. *Chinese Geographical Science*. 14(3), 269-278.

* Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y magíster en Economía Ambiental del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) de la Ciudad de México (México). Correo electrónico: juplondonoag@unal.edu.co

Nota: Se agradece a la profesora Johanna Vásquez Velázquez, adscrita a la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, por su acompañamiento e importantes aportes para el desarrollo y aplicación de esta metodología en los ejercicios de Evaluación Económica Ambiental de la empresa.



CAPÍTULO 4. MÉTODOS COMPLEMENTARIOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA

MARÍA CAMILA ALZATE TORRES*

En los capítulos anteriores se abordaron algunos métodos empleados para la valoración de los BSE que constituyen caminos prácticos e innovadores para su aplicación en el área de la economía ambiental. El objetivo del presente capítulo es presentar otras técnicas que complementan los análisis derivados de la aplicación de los métodos de EEA y que se constituyan herramientas para evaluar los escenarios de cambio propuestos ajustándose a los contextos sociales en los que estos se desarrollarán (Zárate, 2010).

La necesidad de buscar nuevas formas de analizar los datos que se emplean en la valoración de los BSE reside en la necesidad de realizar aportes a la consolidación de análisis económicos, cuyos resultados propendan por ver los procesos de desarrollo económico bajo un enfoque sustentable, que tenga en cuenta tanto las afectaciones a los BSE como los cambios en el bienestar de las comunidades vecinas de estos. Lo anterior atiende igualmente a la necesidad de incluir en las EEA un ABC que dé cuenta de la valoración económica de los impactos que se consideren relevantes, donde la exploración de diferentes métodos que sustenten sus

resultados propendería por complementar los ejercicios de valoración y completar la información sobre los BSE considerados.

En este capítulo se abordan técnicas que permiten profundizar en las percepciones y preferencias de los individuos, al aportar información valiosa a la ya generada a través de otros métodos para el proceso de valoración económica. Además, se presenta una propuesta técnica del tratamiento de los datos relevantes incluidos en el proceso de estimación del VET de los BSE para mejorar la especificación de los modelos al incluir características importantes de las observaciones, como su ubicación espacial, para lograr resultados que permitan una aproximación más certera al VET de los BSE.

Para esto, el capítulo empieza presentando el método Delphi que se posiciona como un método de predicción para capturar la percepción que tiene un grupo de expertos acerca del cambio en la calidad o cantidad de determinados BSE, a raíz de la implementación de un proyecto, política o programa. Este método constituye un complemento importante para otras metodologías de valoración económica, pues permite que los expertos indagados brinden otros datos que no han sido considerados por el investigador o señalen factores relevantes a tener en cuenta a la hora de realizar una evaluación económica.

Luego, se presenta el método SG que hace parte de las técnicas utilizadas en las evaluaciones económicas, específicamente en lo concerniente al análisis costo-utilidad. Este permite capturar el punto de indiferencia al que llegan los individuos cuando se enfrentan a la decisión de participar o no en proyectos de desarrollo e infraestructura, al contar con el riesgo como un factor determinante de su decisión. La utilidad que les genera el programa o la intervención se mide en términos de probabilidad y la forma de capturarla es a través de un juego de apuesta.

Finalmente, se hace una aproximación al uso de la econometría espacial como una herramienta fundamental para tener en cuenta a la hora de modelar los problemas de valoración económica de los BSE. La econometría espacial es útil en este tipo de ejercicios, ya que provee las técnicas requeridas para dar un buen tratamiento a los datos georreferenciados incluidos como variables en la modelación, a fin de

evidenciar relaciones espaciales que puedan existir entre las observaciones tratadas y que requieran de una perspectiva distinta para abordar el proceso de valoración.

Así, este capítulo enumera algunas técnicas tanto cuantitativas como cualitativas que, a partir de diferentes aproximaciones a los BSE que se pretende valorar, permitan obtener información relevante que enriquezca los resultados finales obtenidos y las conclusiones que puedan derivarse de las valoraciones realizadas. Para cumplir con una exposición de las técnicas abordadas, en los próximos apartados se pretende esclarecer cuál es la idea que subyace a cada uno, en qué teoría se encuentran sustentadas, cuáles son sus ventajas y limitaciones. Finalmente, se enumeran aplicaciones que hayan sido realizadas en el campo de la economía ambiental y que esclarezcan la forma en que estas puedan ser incorporadas al proceso de evaluación ambiental, específicamente la valoración económica de los BSE.

Método Delphi

Introducción al método Delphi

El método Delphi se encuentra clasificado entre las técnicas denominadas como de pronóstico y predicción, clasificado como del tipo cualitativo subjetivo y del que se puede obtener información relevante para plantear o modificar políticas sociales, ya que “permite analizar las consecuencias inciertas que va a originar una modificación —social, económica, política, entre otras— a través de la recolección de información subjetiva (opiniones) de un grupo de referencia (expertos)” (Millán, 2003a, p. 5). Por otro lado, Somerville (2008) lo define como un proceso iterativo de varias rondas de preguntas, cada una basada en los resultados de la ronda anterior y cuyo propósito es llegar a un consenso con respecto a los efectos esperados de una acción determinada. Este consenso se alcanza a partir de la socialización de las opiniones manifestadas por la totalidad del grupo de expertos convocados, procedimiento en el que profundizaremos posteriormente.

Los fundamentos de esta técnica empezaron a plantearse en el año 1948; pero no fue sino hasta 1951 que fue implementada rigurosamente por Dalkey y Helmer. Estos dos investigadores participaron en el “*Project Delphi*”, un estudio de la *Rand Corporation* de California, auspiciado por la fuerza aérea y que involucraba la consulta a un panel de expertos acerca de la selección de un sistema óptimo de objetivos industriales en los Estados Unidos desde el punto de vista de un planificador estratégico de la Unión Soviética. Además, buscaba la estimación del número de bombas requeridas para reducir la producción de municiones en una cantidad determinada (Linstone y Turoff, 2002). Posterior a la publicación de los resultados de esta investigación, que no se dio sino hasta el año 1963 por motivos de seguridad nacional, la aplicación de esta técnica adquirió popularidad y desde entonces ha sido utilizada para analizar una amplia diversidad de objetos pertenecientes a diferentes áreas del conocimiento, tales como el ambiente, la salud, el transporte, entre otras (Adler y Ziglio, 1996; Linstone y Turoff, 2002; de Meyrick, 2003; Kuo y Chen, 2008; Boulkedid Abdoul, Loustau, Sibony y Alberti, 2011; Limatainen, Kallionpää, Pöllänen, Stenholm, Tapio y McKinnon, 2014). La difundida aplicación de este método en áreas tan diversas se ha dado atendiendo a la necesidad de incorporar información subjetiva, obtenida mediante la consulta a expertos, para la evaluación de problemas altamente complejos concernientes a la sociedad.

Aunque originalmente se ha planteado como una técnica de predicción, el Delphi tiene usos alternativos tales como: recolectar datos históricos o actuales; desconocidos o que no se encuentran disponibles; examinar la significancia de eventos históricos; evaluar posibles asignaciones presupuestarias; explorar opciones de planeación urbana o regional; constituir la estructura de un modelo; delinear los pros y los contras asociados con posibles opciones de política; desarrollar relaciones causales en fenómenos económicos o sociales complejos; exponer las prioridades de los valores personales o los logros sociales, entre otros (Linstone y Murray, 2002). Entre estos usos se puede plantear la aplicación de la consulta a expertos con el fin de aproximarse a la determinación, mediante consenso, del valor económico de los BSE y la exploración de características de los

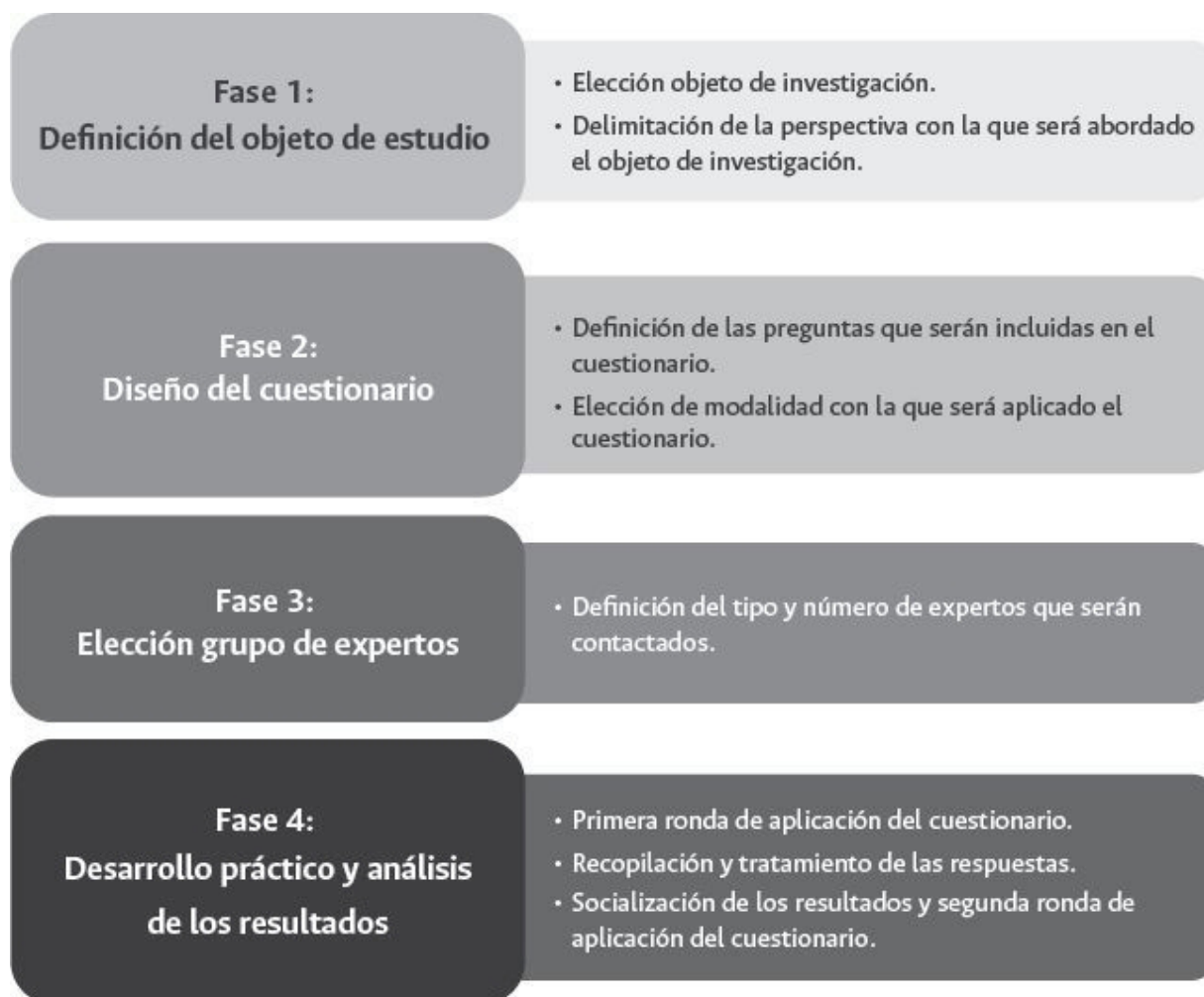
mismos que no se hayan tenido en cuenta a la hora de implementar un método de valoración específico y que, por tanto, no refleje enteramente los componentes de su valor.

Etapas de aplicación del Delphi

La gran adaptabilidad que posee el método Delphi ha permitido que este pueda ser incorporado como apoyo a los métodos de valoración económica de bienes de no mercado. En particular, Navrud (2000) opta por incluirlo como parte de las técnicas de valoración ambiental y lo clasifica como una técnica cualitativa que se basa en las preferencias colectivas declaradas. Este tipo de métodos permiten la declaración de los VU y VNU de los bienes y servicios de no mercado, tales como los recursos naturales, a partir de las preferencias de grupos de interés específicos o grupos de expertos (Navrud, 2000). Para la aplicación de esta técnica es necesario realizar la selección de un grupo de expertos a los que se les cuestionará, de manera anónima, su opinión respecto del objeto de investigación abordado. Este proceso se aplica en mínimo dos etapas donde, en primer lugar, se realiza un cuestionario anónimo de manera individual a cada uno de los expertos. Luego, a la luz de los resultados del grupo en general y de la socialización de estos con todos los participantes, se les indaga nuevamente por su percepción para la retroalimentación entre las opiniones de los miembros del grupo por medio del *feedback* controlado, en el que ahondaremos más tarde (Millán, 2003a; Astigarraga, 2008).

El carácter cualitativo de este método hace que la forma de aplicación del mismo varíe según el objeto que será estudiado, ya sea mediante la realización de un mayor número de rondas de aplicación del cuestionario hasta llegar a un consenso o la definición de un instrumento distinto para la recolección de información. Sin embargo, el procedimiento general a aplicar puede ser descrito en cuatro fases que explicaremos a continuación y que se encuentran representadas en la figura 24.

Figura 24. Fases de aplicación del método Delphi



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Astigarraga (2008).

En primer lugar, se debe definir con precisión el objeto de estudio que se pretende abordar con el fin de proyectar tanto los cuestionarios que serán aplicados, como la selección del grupo de expertos que participarán en el ejercicio. En segundo lugar, se procede con la elección de los expertos que participarán en el ejercicio. Para efectos prácticos se denomina “experto” a las personas que, independiente de sus títulos académicos, función social o nivel jerárquico, es elegido por los conocimientos teóricos y/o prácticos que tenga acerca del objeto de estudio abordado (Astigarraga, 2008). Tener en cuenta la homogeneidad o no del grupo seleccionado tendrá implicaciones sobre la existencia de una mayor o menor dispersión de las respuestas obtenidas una vez se recolecten los cuestionarios en su primera ronda. Una

dificultad asociada con la definición del grupo consiste en determinar el número óptimo de expertos a ser convocados con el fin de tener una muestra representativa que pueda dar cuenta de la problemática tratada. Landeta (1999) recomienda que el grupo esté conformado entre 7 y 30 expertos, mientras que Dalkey (1969) demuestra que el error medio del grupo disminuye exponencialmente hasta un tamaño muestral de 17 individuos, punto a partir del cual el error sigue disminuyendo; pero en menor medida.

La tercera fase corresponde a la planeación y construcción de los cuestionarios que van a ser aplicados. Para esto debe tenerse en cuenta que las respuestas obtenidas dependerán de la facilidad y accesibilidad de las preguntas que sean incluidas. Así, debe buscarse que estas puedan ser clasificadas, cuantificadas y ponderadas para poder obtener una conclusión válida. En esta fase se hace útil la delimitación y especificación realizada acerca del objeto de estudio en la primera etapa. Finalmente, la última fase corresponde al desarrollo práctico del ejercicio y el análisis de los resultados del mismo. Esta fase, tal como se detalla en la figura 24, se desagrega en otros tres pasos: i) la primera aplicación de las encuestas, ii) la recopilación y el tratamiento de las respuestas y iii) la socialización de los resultados (*feedback* controlado) y la segunda aplicación del cuestionario. En primer lugar, se realiza la aplicación de los cuestionarios diseñados en la fase anterior, acompañada de una breve presentación de los objetivos del método y el interés particular de la investigación, a manera de contextualización para los expertos que participarán en ella. Se pretende que los cuestionarios sean aplicados a los expertos en el menor intervalo de tiempo posible de manera que se disminuya la dispersión que pueda existir entre las opiniones manifestadas por los encuestados, así como se procura mantener en el anonimato la identidad de los participantes para evitar sesgos que pueden derivarse de la influencia ejercida por algún experto particular.

La realización de una segunda consulta debe antecederse o hacerse simultáneamente con la socialización de los resultados obtenidos en la primera consulta con el grupo de expertos. Esta comunicación de los resultados preliminares puede realizarse tanto de manera anónima e

individual, como convocando al panel de expertos a una reunión donde simultáneamente se realice la socialización y se postulen los argumentos que permitan llegar a un consenso entre las opiniones divergentes. Esta última modalidad ha sido la aplicada en el desarrollo de ejercicios de este tipo en la empresa SAG y se evidencia en la fotografía 4.

Fotografía 4. Taller de expertos Delphi



A esta socialización de los resultados se le denomina *feedback* controlado y se realiza con la finalidad que los expertos reevalúen su valoración al tener en cuenta la opinión general obtenida a partir de las respuestas de todos los expertos que participan en el ejercicio (Astigarraga, 2008). La manera de transmitir estos resultados para que refleje la opinión conjunta del grupo de expertos es utilizar la respuesta estadística del grupo, donde la mediana es la medida utilizada con mayor frecuencia para las

estimaciones de tipo numéricas. La finalidad de este procedimiento de divulgación es que al realizar una segunda ronda de cuestionarios y, a partir de esta información disponible, las nuevas respuestas obtenidas por los expertos tengan una menor dispersión y se llegue con rapidez a un consenso (Mitroff y Turoff, 2002; Millán, 2003c).

Ventajas y limitaciones

La técnica Delphi es preferida a otras técnicas de recolección y análisis de información, debido a su estructura maleable y a la posibilidad de realizar varias rondas mediadas por un proceso de retroalimentación, lo que permite el alcance de un consenso en la opinión de expertos en torno a una problemática en particular (Hsu y Sandford, 2007). Sin embargo, al ser una técnica generalmente cualitativa y que recae mucho en el criterio del investigador, tanto para la selección de los expertos que participarán en la consulta, como en la definición de los criterios para hallar el consenso, se han asociado a su aplicación algunas limitaciones.

Estas limitaciones muchas veces están asociadas a la escala del estudio que se va a aplicar y a la seriedad del compromiso del investigador con el objetivo de sintetizar en el resultado final las opiniones manifestadas por los expertos, así como al buen procesamiento de la nueva información disponible. Generalmente, las limitaciones del método están asociadas al trabajo de aplicación y pueden ser superadas por el investigador. Por otro lado, esta técnica posee unas características fundamentales que la posicionan como una perspectiva innovadora e interesante para la realización de estudios que implican la recolección de la opinión o del punto de vista de grupos heterogéneos. En la tabla 29 se recogen las ventajas y limitaciones asociadas a la implementación de la técnica Delphi para el apoyo del proceso de valoración de BSE.

Tabla 29. Ventajas y limitaciones de la técnica Delphi

Ventajas	Limitaciones
La principal ventaja de la técnica Delphi	La técnica Delphi ha sido criticada porque, al buscar

es que asegura la obtención de un consenso en un área en la que hay incertidumbre o en la que existe poca evidencia empírica.	alcanzar un consenso entre las distintas opiniones de los expertos consultados, se determina una posición intermedia, olvidando en ocasiones las posiciones extremas expresadas en el desarrollo del ejercicio.
La forma en la que es planteada permite que se recolecte efectivamente información acerca de contextos específicos o problemáticas particulares de las que no se tienen registros anteriores, para abordarlos de manera objetiva y, generalmente, acertada.	En ocasiones el investigador encargado de la aplicación de la técnica no posee una buena perspectiva de la problemática a estudiar, lo que puede reflejarse en defectos a la hora de construir el instrumento de recolección de información y generar un sesgo del investigador.
La técnica cuenta con una gran versatilidad en su forma de aplicación, lo que permite que sea empleada para una gran cantidad de áreas del conocimiento y con el fin abordar problemáticas que pueden ser complejas o muy amplias.	Teniendo en cuenta que el ejercicio requiere que se apliquen cuestionarios en varias etapas, este tipo de técnicas tiende a tener un grado de deserción que, si llega a ser muy alto, puede derivar en que los resultados finales obtenidos no tengan validez para expresar la posición del grupo afectado.
El anonimato que se mantiene entre los individuos que conforman el grupo de expertos consultados, permite que no haya sesgos creados por la dominancia de algún integrante en particularidad. Este anonimato permite, además, que los expertos tengan un mayor grado de libertad al expresar sus opiniones o percepciones acerca de la problemática tratada.	Como ocurre de forma general en las técnicas de recolección de información o de consulta a expertos, el investigador hace un pacto de confianza sobre la honestidad del experto consultado, al suponer que este revelará su punto de vista o sus preferencias.
El <i>feedback</i> controlado permite que los expertos puedan cambiar el juicio emitido inicialmente, según la información con la que no contaban o no tenían en mente, para alcanzar entonces una opinión informada y que cuente con un mayor grado de objetividad.	La aplicación puede tener altos costos en términos de tiempo y recursos monetarios. Reunir presencialmente el panel de expertos tiene inconvenientes relacionados con la planeación de tal reunión y los costos de movilizar a los expertos. Por otro lado, el envío anónimo de los cuestionarios por correo certificado puede elevar los costos asociados al estudio y prolongar el tiempo requerido para recibir sus respuestas, especialmente si es una muestra grande.

Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Powell (2003) y Yousuf (2007).

Aplicaciones

A pesar de la utilidad que presenta esta técnica para abordar múltiples tipos de problemas, se evidencia que en el ámbito de la economía ambiental existen pocos trabajos que apliquen esta metodología. Los pocos trabajos existentes en esta área sirven como un ejemplo claro de la pertinencia que puede tener la técnica para obtener datos relevantes para una valoración económica en un escenario en el que se cuente con poca información o no se tenga ninguna de los BSE que podrían afectarse por la ejecución de un proyecto de infraestructura y desarrollo en un área determinada. También se tienen ejemplos en los que la técnica misma es útil para calcular la disposición de una comunidad a aceptar una intervención en su área de ubicación y que afecte directa o indirectamente la cantidad y calidad de los BSE de su entorno. Los ejemplos destacados se encuentran relacionados en la tabla 30, que se presenta a continuación:

Tabla 30. Ejemplos de aplicaciones de la técnica Delphi

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Colino, Noguera, Riquelme, Carreño, y Martínez-Carrasco.	1999	Conocer la opinión del sector agrario de Murcia (España) sobre su condición actual y futura, así como su valoración en cuanto a políticas agrarias, de tal forma que pueda determinarse un conjunto de vectores que conduzcan a una situación más favorable del sector.	Se aplicó la técnica Delphi en dos etapas con un grupo de expertos conformado por agentes de los principales sectores productivos e institucionales del sector agrario de Murcia. Se buscaba obtener resultados cualitativos en los que los expertos ordenaran debilidades y amenazas del sector, así como futuras actuaciones en pro del mejoramiento del mismo.	Entre las principales debilidades y amenazas para el sector agrícola se identificaron la escasez de recursos hídricos, la competencia de terceros países y la falta de mano de obra. Así mismo, la valoración general de los expertos acerca de la implementación de la política agraria común (PAC), entre las que se encontraban las opiniones de que era una política arbitraria y en exceso burocratizada, así como que ha promovido una distribución no equitativa de las ayudas del gobierno central.
Mariscal y Campos	2000	Conocer la compensación monetaria que demandarían los propietarios de dehesas ³¹ en la comarca de Monfragüe, situada en la provincia de Cáceres (España), por participar en un programa de forestación y realización prácticas agroforestales con el fin de alcanzar una mejor situación medioambiental.	Se aplicó la técnica Delphi en dos etapas mediante entrevistas personales y por correo. A través de las opiniones manifestadas en la primera encuesta respondida por 45 de los 120 propietarios de las dehesas, se confeccionó un listado de los principales asuntos que marcarían el futuro de la dehesa y las políticas aplicadas a ellas. En la segunda encuesta se presentó a los participantes este listado y se les solicitó que puntuaran el grado de posibilidad de que ocurriera cada uno de los escenarios planteados entre los próximos 5 a 10 años.	Entre los resultados obtenidos se tiene que el consenso alcanzado por los propietarios de dehesas acerca de las compensaciones demandadas para participar en un programa de reforestación de encinas o alcornoques fue de €240,4 por el mantenimiento de estas especies y de €135,23 en compensación por la pérdida de renta por pastoreo, causada por el cambio del uso del terreno de las dehesas. Además, el Delphi permitió recolectar información acerca de la opinión de los expertos acerca de medidas como la reforestación, la pérdida de renta ganadera, disposición a la conservación de especies nativas y legislación sobre caza.

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Millán	2003b	Analizar las medidas agroambientales de aplicación en la región atlántica de la Península Ibérica, tomando como referencia territorial espacios rurales de montaña con vocación forestal propuestos para formar parte de la Red Natura 2000 Europea.	Mediante dos rondas de encuestas a expertos, examina las cuestiones generales sobre estos espacios forestales, relativas a las repoblaciones realizadas, actividades silvícolas y políticas públicas vigentes en las comunidades que participaron para fundamentar y cuantificar nuevas ayudas para la conservación; igualmente calcula DAA para realizar prácticas agro-silvo-ambientales, tanto en el actual marco institucional como en un hipotético programa de conservación de paisajes autóctonos.	Entre los resultados obtenidos acerca de la disposición a aceptar realizar repoblaciones forestales y actividades silvícolas, se encuentra que los expertos requieren una compensación de €1.953 en gastos de repoblación forestal para coníferas y €3.005 para frondosas. Además, exigen primas de mantenimiento entre €300 y €464, las cuales se encuentran por encima de los fondos dedicados para estos fines por las políticas agrícolas de la zona. Los participantes de este estudio también manifestaron otras cuestiones relevantes a tener en cuenta como los trámites administrativos involucrados en el desarrollo de estas políticas de reforestación y entre otras cosas.
Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG	2016, 2017, 2018	Encontrar el valor monetario por hectárea para cada tipo de cobertura vegetal (Bosques, pastos, mosaicos) así como el valor asociado a los parches boscosos que constituyen hábitats, que podrían verse afectados por la presencia de proyectos de desarrollo e infraestructura como hidroeléctricas, líneas de transmisión de energía, vías, entre otros.	En todos los casos se aplicó el método Delphi modificado ³² con dos rondas. En la primera, se envió un cuestionario vía correo electrónico a los expertos seleccionados para recoger sus opiniones de forma anónima, evitar la influencia de otros participantes en el ejercicio. La segunda etapa fue un taller en el que se convocó a todos los expertos para validar en conjunto los valores medios por hectárea o fragmentación de cada cobertura, obtenidos en la primera etapa.	Se ha encontrado el valor económico por hectárea y por parches boscosos en diferentes zonas de vida, entre ellas, el bosque seco tropical y bosque seco premontano. Con esta información se ha realizado la valoración económica ambiental de los impactos “afectación de coberturas vegetales” y “fragmentación de hábitats” para los EIA de cada proyecto.

Los ejemplos anteriores nos dan una idea de cómo se puede utilizar el método Delphi para la evaluación de las características y los componentes del valor de los BSE, para complementar de esta forma su proceso de valoración económica. Como se evidencia, las investigaciones en economía ambiental que implementan el método Delphi, así como la utilización práctica del mismo en los estudios ambientales, constituyen un campo nuevo en el que apenas se está incursionando y, por tanto, se presenta como un campo fértil para la reflexión académica y práctica que permita mejorar los procesos de estimación del VET de los bienes ambientales.

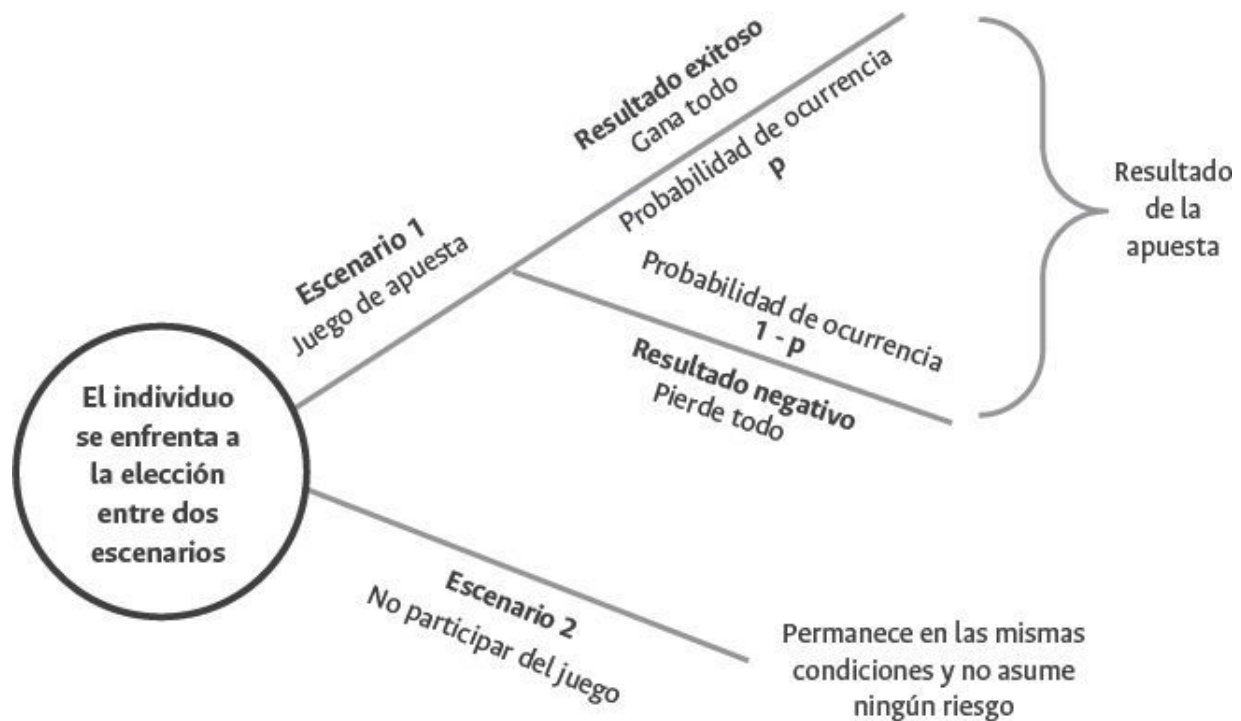
Standard Gamble³³

Introducción al SG

El análisis costo-utilidad constituye un método de evaluación económica basado en la valoración que se da a las preferencias o utilidades de los individuos. Dentro de los métodos que existen para medir estas utilidades, incluidas en el análisis costo-utilidad, se destaca el SG o el juego de apuesta estándar en español. Los resultados de la aplicación del SG dan cuenta del nivel de utilidad o satisfacción que genera un determinado programa o tratamiento a un individuo (Zárate, 2010) y se han aplicado, sobre todo, en la economía de la salud. El SG fue propuesto por primera vez por von Neumann y Morgenstern en 1944, quienes lo idearon como un instrumento para medir las preferencias y utilidades de los individuos.

El proceso de medición se basa en una comparación pareada donde al individuo se le presentan dos escenarios planteados como reales de los que debe seleccionar el preferido: el primer escenario presenta una apuesta bajo riesgo donde el individuo se juega al todo o nada, es decir, el resultado de la apuesta es definido por el individuo que asocia probabilidades de ocurrencia a ganar o perder todo. El segundo escenario presenta una situación que ocurre con certeza, como se ilustra en la figura 25.

Figura 25. Ejercicio de aplicación del método SG



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Torrance (1976).

El proceso de elección del individuo evidenciado por el método SG permite que el investigador encuentre el punto de indiferencia entre el resultado obtenido con certeza y el resultado que implica una apuesta, teniendo en cuenta que se asume que el individuo tomó una decisión buscando alcanzar su máxima utilidad en un escenario en el que existe riesgo, esto es, se acepta que el individuo ha hecho una elección racional (Sánchez, 2009). El método SG se enmarca en la teoría de la decisión que, como mencionan Froberg y Kane (1989), se ha ocupado de analizar la forma en que los individuos toman decisiones a la hora de elegir entre un grupo de opciones teniendo en cuenta sus propias preferencias. Lo que se encuentra debajo de esta toma de decisión es la identificación por el individuo de las posibles opciones que se le presentan y la evaluación de las consecuencias que tendría escoger una sobre otra, a fin de ordenarlas según su orden de preferencias personales (Aguar, 2004).

La teoría de la decisión anteriormente enunciada surge a partir del refinamiento de la teoría de juegos, desarrollada por von Neumann y Morgenstern (1944), y de sus supuestos. La teoría de juegos se centra en

estudiar la elección racional de los individuos, su relación con el comportamiento estratégico y la aproximación a la realidad social que refleja los problemas económicos (Ríos y Girón, 2003). En el desarrollo de la teoría de juegos realizado por von Neumann y Morgenstern se encuentran especificados los axiomas de la utilidad esperada, que a su vez son la base teórica del SG. Estos axiomas son los de transitividad, independencia y continuidad en las preferencias³⁴.

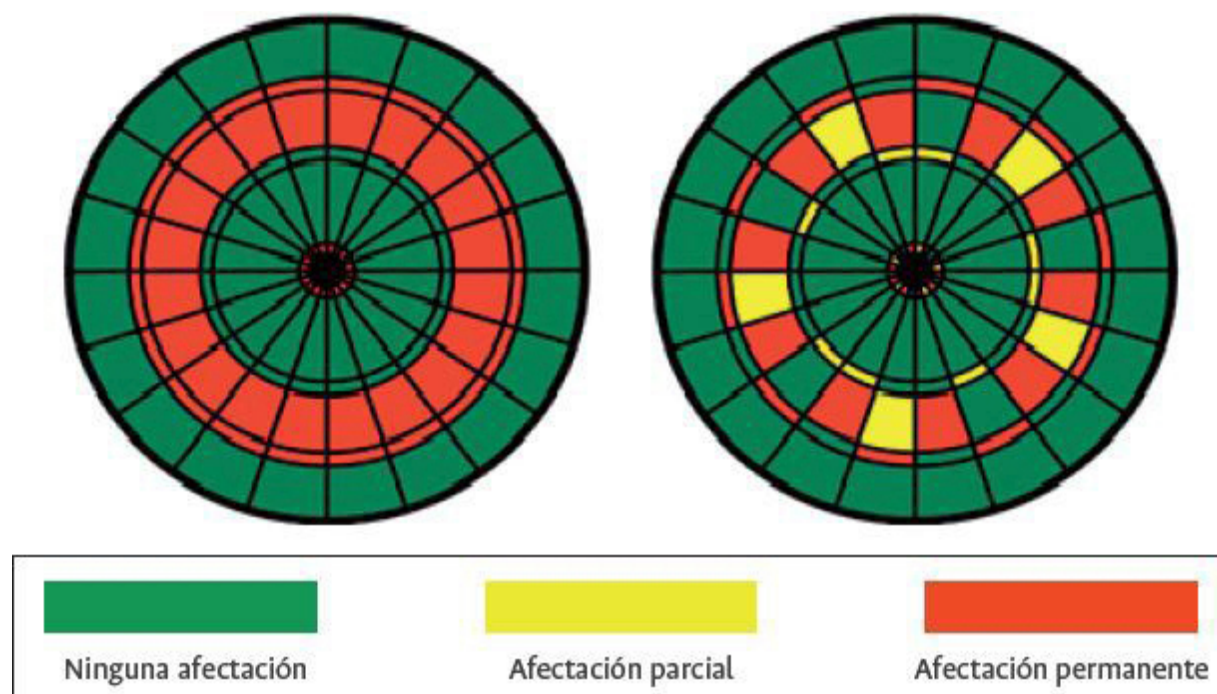
Este método cuenta con un amplio número de aplicaciones en el área de la salud, donde se ha utilizado para medir las preferencias de los individuos en estados de salud crónicos, que varían si ese estado es preferido o no a la muerte. Para estados crónicos preferidos a la muerte, al sujeto se le ofrecen dos alternativas. La *alternativa₁* es un tratamiento con dos posibles resultados: el paciente retorna a un estado de salud perfecto y vive por más años (probabilidad p) o muere inmediatamente (probabilidad $1 - p$). En la *alternativa₂* el sujeto tiene la certeza del resultado de un estado de salud i para vivir t (años). La probabilidad se modifica hasta que el sujeto entrevistado sea indiferente entre las dos alternativas y en ese momento el puntaje de preferencia para el estado i es p lo que se resume como $h_i = p$ (Torrance, 1986). Así, el objetivo del SG es determinar el riesgo que está dispuesto a aceptar un individuo por un tratamiento o intervención que lo conduce a un estado de salud perfecto.

Richardson (1994) menciona que el método SG a menudo se complementa con el uso de ayudas visuales como una rueda de probabilidad (ver posteriormente figura 26). Esta consiste en un disco ajustable con tres sectores, cada uno de un color diferente, construido de modo que el tamaño relativo de los tres sectores sea diferente y se ajuste fácilmente. Las alternativas se muestran al sujeto en tarjetas y los dos resultados de la alternativa de apuesta tienen un código de color para los tres sectores de la rueda de probabilidad. Al sujeto se le dice que la probabilidad de cada resultado es proporcional al área del disco coloreado de manera similar. De igual forma, Richardson (1994) considera que en la práctica son posibles otras variaciones, los sujetos pueden responder mejor a preguntas de probabilidad cuando la probabilidad está en el rango medio, preferiblemente cerca de 0,5; mientras que tienen dificultad para responder

adecuadamente a las preguntas con probabilidades que son extremadamente pequeñas o grandes.

Los hallazgos sugieren que probabilidades de menos de 0,1 o mayores de 0,9 son difíciles para la comprensión de los entrevistados. Precisamente una de las limitaciones del SG, señaladas en la literatura, es la dificultad que aquellos que no están familiarizados con la estadística pueden tener para entender las probabilidades, por tanto, su aplicación en contextos donde el nivel educativo de las personas es predominantemente bajo es difícil. A pesar de esto, el método SG es preferido con respecto a otros en cuanto plantea escenarios cercanos al encuestado y no pide responder por cuestiones que tal vez no conozca (Richardson, 1994).

Figura 26. Rueda de probabilidad



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Hoffman, Wilkes, Day, Bell e Higa (2006).

Aplicaciones

Las aplicaciones del método encontradas evidencian que los cuestionarios para la implementación del SG deben acercar a las personas a un escenario posible y con el cual estén familiarizadas, de tal forma que puedan expresar de manera objetiva sus preferencias y estas puedan ser recogidas para calcular el valor económico del programa que se pretende implementar. Las aplicaciones más cercanas a los estudios ambientales se aproximan al valor de la prevención de lesiones en proyectos de infraestructura vial y si bien no se enfocan en problemas específicos de la economía ambiental, muestran cómo puede utilizarse este método para el estudio de políticas públicas de interés para toda una comunidad. La tabla 31 resume estos estudios:

Tabla 31. Ejemplos de aplicaciones del SG

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Jones-Lee, Loomes y Philips	1995	Valorar la prevención de lesiones no fatales ocurridas en accidentes en carretera.	Los investigadores aplicaron el MVC y SG para encontrar el valor asociado a la prevención de estos accidentes que, a pesar de ser más frecuentes que aquellos que resultan mortales, no habían sido valorados por el Departamento de Transportes en Reino Unido.	Por la similitud en las muestras utilizadas, los investigadores esperaban resultados cercanos en la aplicación de ambos métodos. Sin embargo, los valores estimados por MVC fueron entre tres y cuatro veces mayores a los obtenidos por SG. Estas diferencias fueron atribuidas a que SG captura mejor las diferencias de severidad en las lesiones no fatales, lo que lleva a los autores a concluir que este último método proporciona una base más confiable sobre el valor asociado a la prevención y, por tanto, permite dar recomendaciones de política más acertadas. Los resultados obtenidos por SG apuntan a un valor total de cerca de £70.000 (a precios de 1990) para la prevención de lesiones no fatales serias.
Koyama y Takeuchi	2004	Estimar la DAP de las personas por la reducción de lesiones de tráfico.	A través de una aplicación de SG, los investigadores compararon las lesiones en carretera con los accidentes mortales. El foco principal del estudio era obtener las preferencias individuales por la reducción de la ocurrencia de lesiones; aunque también indagaron por preferencias colectivas para mostrar los beneficios de una reducción en este tipo de lesiones.	Los resultados son un valor monetario, que se obtuvo al multiplicar el peso otorgado a cada nivel de lesión, encontrado con la aplicación de SG, por el valor de una fatalidad calculado en 150 millones de yenes (valor estadístico de una vida). Finalmente, se mostró que el valor medio de las lesiones en carretera es de 7, 4 billones de yenes.

En los dos estudios relacionados, a partir de las respuestas obtenidas a las encuestas, los investigadores calculan los pesos de las lesiones propuestas a los individuos contra la muerte. A partir de estos se calcula el

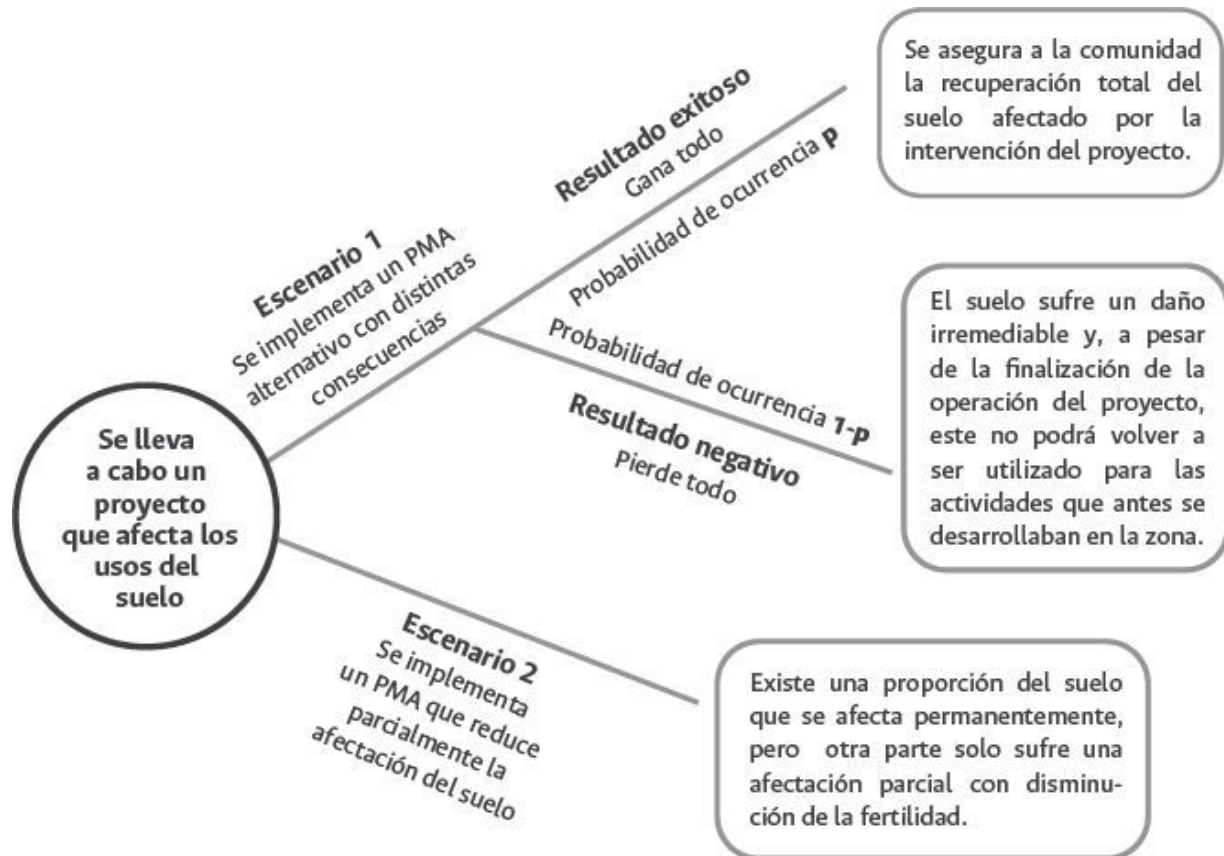
promedio ponderado cada una de lesiones, el cual es utilizado para hallar el valor monetario de las mismas. Para el estudio de Jones-Lee y Phillips (1995), se toma como valor monetario de referencia la DAP de prevenir accidentes mortales, estimada por el departamento de transporte, que es multiplicada por el promedio ponderado estimado inicialmente. En cambio, en el estudio de Koyama y Takeuchi (2004) se opta por tomar como valor monetario de referencia el VSL (Valor estadístico de una vida), tomado a partir de varios estudios que utilizan un enfoque de cálculo de la DAP. Entonces, el valor económico de prevenir una lesión en un accidente de tránsito toma en cuenta los valores económicos de prevenir una fatalidad y las preferencias declaradas por las personas encuestadas.

Propuesta de aplicación para valoración de los BSE

Resulta interesante analizar la aplicación del método SG en la VEI ambientales, como una forma de hallar una medida de preferencia que dé cuenta de las posibles afectaciones que se generan en los BSE, debido a la ejecución de proyectos de infraestructura. Encontrar estas medidas de preferencia posibilita la construcción del análisis costo-utilidad, que este sirva a su vez como herramienta en los procesos de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental en el marco del licenciamiento ambiental. La decisión que el encuestado debe tomar es hasta qué punto es capaz de aceptar el riesgo en la afectación de un BSE a cambio del bienestar que le otorgará la presencia del proyecto de infraestructura en cuestión. Según tarjetas visuales que contengan el juego de apuesta y la ruleta de probabilidad, el ejercicio se puede presentar con mayor claridad al encuestado.

En la siguiente figura 27 se muestra una propuesta de aplicación, donde el interés de una empresa es la construcción de un proyecto de infraestructura en una región donde se pretende mejorar la calidad de vida de la comunidad; pero donde su implementación eventualmente deriva en la afectación de ciertos BSE. Estos efectos residuales que el proyecto puede generar en el ecosistema pueden ocasionar afectaciones sobre algunos componentes ambientales como el suelo, restringiendo su uso parcialmente.

Figura 27. Propuesta de aplicación del SG en valoración económica ambiental



En el ejemplo mostrado en la anterior figura se indaga acerca de la implementación de dos tipos de líneas de transmisión eléctrica con programas de manejo ambiental para prevenir la afectación a los BSE proveídos por el suelo con la construcción de este proyecto. En el escenario 2³⁵ se implementa una línea aérea con un PMA que permite recuperar el suelo que se ve afectado por las obras en la etapa de construcción del proyecto y se obtiene un resultado certero en el que, por el establecimiento de una franja de servidumbre³⁶, una parte del suelo se afecta permanentemente con repercusiones futuras para la comunidad y su entorno.

El escenario 1 la implementación de una línea soterrada con su respectivo PMA presenta dos posibles resultados con probabilidades p y $1-p$

El primero, donde se previene la afectación a los usos del suelo en la mayor parte del terreno y, el segundo, en que se da un cambio permanente en las propiedades fisicoquímicas del suelo por la remoción de la tierra realizada para soterrar la línea. Como resultado de este escenario está la posibilidad de que no se puedan reponer los BSE proveídos por el suelo, con un efecto mayor sobre las actividades económicas y el bienestar de la comunidad que el generado con el escenario 2. Por medio de la asignación de las probabilidades p que dan los usuarios, tal que sean indiferentes entre el escenario 1 y escenario 2, se pueden encontrar sus preferencias respecto de estas dos posibilidades. Finalmente, para calcular el valor económico del impacto analizado se puede tomar como base el costo de los programas de manejo propuestos para evitar su ocurrencia y así poder contemplar en el desarrollo de la valoración económica las preferencias de los individuos que se verán afectados por su ocurrencia. Esta es una estrategia para utilizar el SG como complemento en la evaluación económica en estudios ambientales de proyectos de infraestructura y desarrollo.

Econometría espacial

Introducción a la econometría espacial

Con el reciente desarrollo y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que data de la segunda mitad del siglo xx, y las crecientes posibilidades que se derivan de este, se abre el camino para que se tengan en cuenta datos georreferenciados en los modelos que buscan explicar fenómenos relativos al ordenamiento territorial, implementación de políticas públicas en un territorio determinado o el desarrollo de proyectos de infraestructuras en distintas unidades territoriales. La posibilidad de incluir la ubicación geográfica de las variables de observación en estudios sociales y/o económicos es de gran importancia teniendo en cuenta que la exclusión de esta información podría afectar la validez del modelo que busca determinar la relación existente de los factores que inciden en estos fenómenos, al negar el hecho que los sucesos que ocurren en una ubicación

específica pueden tener repercusiones sobre los vecinos directos e incluso sobre otros aparentemente remotos (Anselin, 1988, 2000, 2001).

Esto se da porque en algunos casos la distancia o la contigüidad entre las observaciones afectan la manera en que se establecen relaciones determinantes para el análisis de fenómenos económicos, sociales y ambientales. En el caso de los estudios ambientales, por ejemplo, la implementación de un proyecto de infraestructura y desarrollo puede generar afectaciones sobre los BSE que se encuentran en la vecindad espacial de la infraestructura y la afectación de estos, a su vez, tendrá impactos sobre las comunidades que se sirvan de ellos. La magnitud de estos impactos puede depender de la ubicación de estas. Por tanto, se debe considerar si existen efectos espaciales que es importante considerar a la hora de hacer las estimaciones del valor económico asociado a los BSE.

Específicamente, un dato espacial se define como “la observación de una variable asociada a una localización del espacio geográfico” (Acevedo y Velásquez, 2008, p.12). Así, la particularidad de los datos espaciales es que tienen asociados a sí mismos su posición relativa o absoluta sobre el espacio, por ejemplo, la ubicación precisa en la que se identifica la presencia de BSE que generan beneficios específicos a las comunidades aledañas. A la hora de utilizar este tipo de datos, es importante tener en cuenta las especificidades de su recolección y modelación para lograr estimaciones insesgadas.

Considérese, por ejemplo, que las variables económicas son recolectadas por medio de censos y encuestas que han sido diseñadas para mostrar la distribución de dicha variable en la población de interés; mientras que los datos ambientales generalmente son obtenidos por medidas físicas que obedecen a otro tipo de criterios y muchas veces no especifican su distribución en unidades territoriales básicas, como sí es el caso de las variables económicas. La disimilitud entre las medidas espaciales asociadas a la recolección de los distintos tipos de variables puede generar complicaciones en la estimación, por lo que se requiere plantear una aproximación desde la econometría espacial.

Acerca de los efectos espaciales

La econometría es la parte de la ciencia económica que aplica técnicas matemáticas y estadísticas a las teorías económicas mediante su modelización y, dentro de ella, la econometría espacial es aquella que propone el tratamiento de la interacción y la estructura espacial de los datos incluidos en los modelos de regresión (Bongiovanni, 2009). Esta última se define como la colección de técnicas que se ocupan de las peculiaridades causadas por la ubicación y la noción de espacio en el análisis estadístico de modelos. Estas peculiaridades llamadas también “efectos espaciales” se conocen como: i) dependencia o autocorrelación espacial y ii) heterogeneidad espacial, que no pueden ser tratadas con la econometría tradicional (Anselin, 1988).

La dependencia espacial se refiere al hecho de que una observación asociada con una ubicación i depende de otras observaciones en ubicaciones j diferentes de i , y esta puede establecerse entre varias observaciones. Esto es, que la presencia de determinada variable en más de una locación está dada por el contexto vecino. Por ejemplo, en los estudios ambientales es apenas predecible que alrededor de un centro poblado se encuentren coberturas vegetales con intervención antrópica (como cultivos) y, por tanto, que una variable dependa espacialmente de la otra con repercusiones en la presencia de BSE de una unidad territorial específica dependiendo de la distancia a un centro poblado.

Por su parte, la heterogeneidad espacial es aquella que se refiere a la variación en las relaciones que se dan en el espacio, lo que quiere decir que los parámetros cambian dependiendo de su ubicación y no existe homogeneidad en el conjunto de los datos³⁷. Hay que considerar que existe una falta de uniformidad en los efectos generados por las distintas ubicaciones en tanto hay regiones que son centrales o líderes; mientras otras son rezagadas. Este tipo de consideraciones influyen en la forma de inclusión de las variables espaciales en la modelación. Lo anterior debe ser tenido en cuenta a la par que se considera el hecho de que las unidades espaciales no son homogéneas y que esta heterogeneidad entre ellas se refleja en errores de medición, lo que lleva a que el modelo pueda presentar heterocedasticidad.

Bajo estos elementos, en el marco de la valoración de los BSE la utilización de la econometría espacial permite aproximarse a las variaciones que pueden existir en las preferencias o en las disponibilidades a pagar de los individuos por conservar un bien ambiental, según la distancia que lo separa de él, lo que es un resultado apenas intuitivo y que podría evitar que se dé lugar a una subvaloración de los BSE (Moreno y Vayá, 2000).

Aspectos relevantes en la implementación de la econometría espacial

Una vez enumeradas las peculiaridades que pueden presentarse con la utilización de datos georreferenciados, nos referiremos a la forma en la que estos deben tenerse en cuenta a la hora de proponer un modelo que explique los fenómenos abordados. La primera tarea que debe emprender el investigador antes de preguntarse por la dependencia y heterogeneidad espacial es determinar la fuente de información de la que va a tomar la ubicación de las variables en el espacio para ver la relación que pueden tener estas. Teniendo en cuenta que las observaciones espaciales se pueden graficar en un mapa, existen dos fuentes básicas de información sobre las que se puede trabajar y que se presentan a continuación.

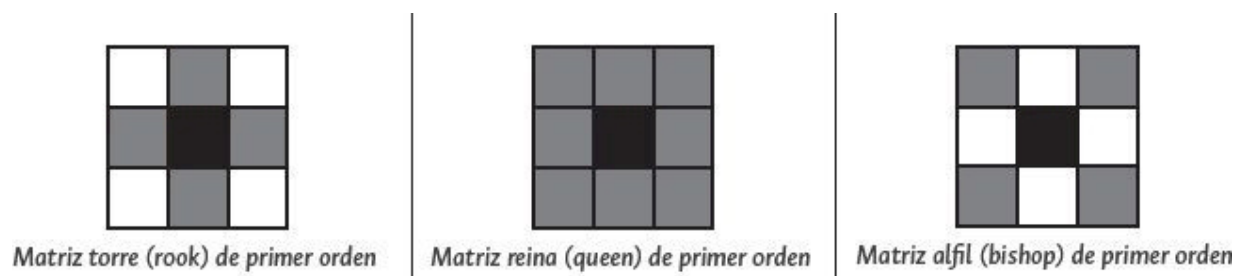
La primera se refiere a la localización en el espacio cartesiano donde se tiene en cuenta la ubicación en términos de latitud y longitud de los datos georreferenciados. Esta información nos permitirá obtener la distancia que existe entre las observaciones localizadas en distintos puntos en el espacio y las observaciones en otras ubicaciones. Teniendo en cuenta que la distancia entre las diferentes ubicaciones importa a la hora de introducir los datos en el modelo, se observa que, mientras más cerca estén un par de observaciones, mayor debe ser el grado de dependencia espacial que aquellos que se encuentran más distantes entre ellos (Lesage, 1998). Por ejemplo, se ha afirmado que la DAP de un individuo por conservar un bosque o un humedal depende de manera relevante de la distancia que exista entre ellos (Pate y Loomis, 1997; Roldán, 2013).

La segunda fuente de información georreferenciada es la contigüidad que refleja la posición relativa en el espacio de una unidad regional de

observación con respecto a otras unidades similares. Esto implica conocer el tamaño y la forma de las unidades observacionales que pueden ser representadas en un mapa. Con esta visualización se puede determinar qué unidades son vecinas (tienen fronteras en común) o presentan una razonable proximidad con las otras. Sin perder de vista la dependencia espacial, se debe tener en cuenta que las unidades que son vecinas deben tener un mayor grado de dependencia espacial que aquellas que están separadas las unas de las otras. Por ejemplo, las regiones que sean vecinas y en sus límites posean un bosque en común compartirán las externalidades positivas generadas por este, excluyendo a otras regiones que sean distantes de esta ubicación (Moreno y Vayá, 2000).

Para la inclusión de esta información georreferenciada en la estimación de un modelo econométrico, se opta por cuantificar la vecindad espacial en una matriz de ponderación espacial (MPE), en ocasiones construida como una matriz de contigüidad, donde se contenga las relaciones multidireccionales existentes entre las regiones involucradas en el análisis espacial. Hay muchas maneras de construir una MPE y una de ellas es, de acuerdo con la contigüidad, utilizar una noción binaria donde se consigna el valor de 1 si hay contigüidad espacial entre dos regiones y 0 si no la hay. En la teoría se plantean distintos criterios para establecer contigüidad entre dos regiones (Baronio, Vianco y Rabanal, 2012). En la figura 28 se presentan algunos de los criterios más utilizados, considerando únicamente la contigüidad con un retardo espacial de primer orden:

Figura 28. Criterios de contigüidad de primer orden



Fuente: Baronio, Vianco y Rabanal (2012).

Una forma de tener una primera aproximación a la naturaleza de los datos espaciales que se utilizarán en la estimación del modelo econométrico y de la que se puede aprehender información necesaria para esta, es el análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE). El AEDE es concebido como una disciplina dentro de la estadística diseñada para el tratamiento específico de datos geográficos y es definido por Anselin (1988) como una colección de técnicas para describir y visualizar distribuciones espaciales, identificar localizaciones espaciales atípicas o *outliers* espaciales, descubrir patrones de asociación espacial, clusters o puntos calientes y sugerir regímenes espaciales u otras formas heterogeneidad espacial. Este tipo de análisis es utilizado para identificar relaciones sistemáticas entre variables cuando no existe un conocimiento claro sobre su distribución en el espacio geográfico (Chasco, 2003).

La utilidad del AEDE reside en la posibilidad que brinda para la representación de las propiedades espaciales de los datos, la posibilidad de detectar patrones en las relaciones entre estos, así como su utilidad para formular hipótesis acerca de la presencia de fenómenos espaciales en la zona geográfica abordada. El AEDE es un análisis complementario a la hora de implementar una aproximación desde la econometría espacial, ya que permite ilustrar la ubicación de las observaciones por medio de mapas y así visualizar fenómenos que subyacen a estos. Estos mapas proporcionan información relevante a tener en cuenta a la hora de plantear un modelo econométrico espacial y la forma de realizar su estimación, que han sido empleados en múltiples estudios en los que se tienen en cuenta la econometría espacial (Baronio, Vianco y Rabanal, 2012; Ramírez y Valencia, 2013; Sánchez y Vargas, 2016; Mendoza, Mejía y Quintana, 2017).

A continuación, se presentan algunos estudios que muestran la pertinencia de esta aproximación y la relevancia de la inclusión de variables espaciales para el análisis de diversos fenómenos.

Aplicaciones

La econometría espacial puede aplicarse a diversas líneas de la ciencia económica, entre las que se encuentra la economía ambiental y de los recursos. Las aplicaciones de estas técnicas en este campo se caracterizan por la necesidad de integrar datos de diferentes dominios (datos sociales y datos geográficos, por ejemplo) y de distintas escalas de observación (puntos o áreas). Esto plantea una dificultad inicial en la aproximación al problema a tratar, que demuestra una renuencia de los investigadores a abordar la inclusión de datos espaciales, lo que se hace evidente en la reducida bibliografía al respecto. Con el fin de abordar algunos trabajos relacionados con la modelización de efectos o acciones sobre los ecosistemas. A continuación, en la tabla 32 se presentan los resultados de algunos estudios:

Tabla 32. Ejemplos de utilización de econometría espacial

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Leguía, Villegas y Aliaga.	2011	Encontrar variables determinantes en la deforestación en Bolivia y testear la existencia de interdependencia entre las regiones examinadas.	Se utiliza un modelo econométrico espacial que permite analizar el efecto de las características físico-ambientales sobre la deforestación en Bolivia, teniendo en cuenta que este es un fenómeno inherentemente espacial y que los investigadores contaban con los datos. Específicamente los investigadores construyen una MPE, para proceder a realizar dos estimaciones: una, por mínimos cuadrados ordinarios y, otra, por modelo de retardo espacial mediante el método de máxima verosimilitud.	Los resultados de las estimaciones muestran que las características ambientales, la infraestructura vial, los derechos propietarios y los aspectos demográficos son determinantes de la deforestación, los cuales se presentan de la siguiente forma: La infraestructura vial influye negativamente en la deforestación ya que en Bolivia los municipios con altas densidades de deforestación cuentan con menor cantidad de caminos. Se evidencia que la pendiente es un factor determinante de la deforestación. En el caso de la precipitación, se esperaba una relación positiva, es decir, que mayores niveles de precipitación se correspondieran con mayores niveles de deforestación, dadas las condiciones de disponibilidad de agua necesarias para el desarrollo de la actividad ganadera y agrícola. Con relación a los derechos de propiedad, se tiene que el establecimiento de estos no es suficiente para promover la conservación de los recursos naturales. Finalmente, la población no es significativa para explicar la deforestación.

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Roldán.	2013	Determinar cuál debería ser el valor asignado a los humedales en la ciudad de Bogotá (específicamente al proyecto Parque Lineal Los Molinos - Humedal de Córdoba - Humedal Juan Amarillo) por sus funciones ecosistémicas considerando variables de naturaleza económica y espacial.	Se plantea utilizar el MVC, incluyendo variables espaciales obtenidas utilizando el SIG, para ver cómo estas últimas afectan el valor que le dan los individuos a los BSE proveídos por los humedales, teniendo en cuenta la distancia que se tiene al humedal evaluado y a otros humedales (que funcionan como bienes sustitutos). Luego de hallar este valor, se compara con valoraciones realizadas anteriormente y en las que no se tienen en cuenta variables espaciales.	Al comparar la aplicación del MVC sin y con la inclusión de variables espaciales, para la determinación de la DAP de los individuos por conservar los humedales, los investigadores muestran que, sin incluir variables espaciales se obtiene una DAP de \$ 2.768, mientras que al incluir variables espaciales la DAP aumenta a \$ 3.067, esto es, un incremento de un poco más del 10% en la DAP. También se presenta un incremento en los valores extremos de los intervalos de confianza utilizados para conocer el rango de cobro del proyecto. Finalmente, los autores afirman que la inclusión de variables espaciales aumenta la validez del modelo estimado.
Sánchez y Vargas.	2016	Analizar la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios por medio de herramientas de predicción espacial en la zona de influencia del campo petrolero "Zoé", ubicado entre los municipios de San Martín y San Alberto, Departamento del Cesar.	Se plantea la utilización del método de precios hedónicos con la inclusión de variables espaciales, ambientales y económicas, para conocer la participación de los atributos en el precio implícito de las viviendas implicadas en el desarrollo del proyecto de explotación de hidrocarburos.	Teniendo en cuenta los resultados de la regresión hedónica para los atributos tenidos en cuenta (área construida de los predios, distancia a pozos de explotación, distancia a un cuerpo hídrico, cambio en la calidad del aire), se obtienen los siguientes resultados: i) Por cada (m ²) de área construida adicional, el precio de los predios aumenta en \$ 332.450. ii) Por cada metro (m) de distancia de los predios a un cuerpo hídrico su precio disminuye \$1.786. iii) Por cada metro (m) de distancia de los predios a los pozos de explotación el precio de las viviendas aumenta en \$ 14.848. iv) Por cada µg/m ³ de partículas suspendidas totales presentes en las áreas de influencia de los predios su precio disminuye \$ 1.659.903.

Autor	Año	Objetivos	Desarrollo	Resultados
Mendoza-González, Mejía-Reyes y Quintana-Romero	2017	Analizar, desde una perspectiva de externalidades negativas y deseconomías de aglomeración, la distribución espacial en la Zona Metropolitana del Valle de México enfermedades relacionadas con la contaminación del aire.	Para identificar los efectos directos e indirectos de la contaminación del aire en las enfermedades y tasas de defunción, se utilizan modelos econométricos espaciales, teniendo en cuenta que la dispersión de los contaminantes en el aire se comporta espacialmente como un fenómeno epidemiológico y por tanto pueden presentar dependencia espacial. Se realiza primero un AEDE y posteriormente se calcula un modelo econométrico clásico para ser contrastado con modelos espaciales como los modelos de rezago, error y durbin espacial.	Las estimaciones obtenidas de los modelos clásico y espaciales tipo rezago y durbin, demuestran la existencia de relación espacial de las emisiones de PM10, PM2.5, SO2, CO, NOx, COT y COV con un mayor número de defunciones en la zona metropolitana, en especial en enfermedades isquémicas del corazón. También se encontró que una mayor exposición a los contaminantes puede incrementar la porción de la población que sufre de enfermedades cerebrovasculares.
Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG	2018 - 2019	En el marco de los estudios de impacto Ambiental de proyectos de Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica en Antioquia, estimar el valor económico después de los impactos de alteración a la calidad del paisaje y afectación a los corredores de aves.	Se aplicó el MVC para encontrar el valor económico después de los impactos de alteración a la calidad del paisaje y afectación a los corredores de aves. En el modelo de elección discreta definido para estimar la DAP se incluyó como una de las variables explicativas la distancia (en metros) del eje de la Línea de Transmisión de Energía Eléctrica al centroide de los asentamientos poblados de las unidades territoriales por donde cruzaría el proyecto.	La variable espacial correspondiente a la distancia entre la Línea de Transmisión de Energía Eléctrica y los asentamientos poblaciones, mostró que entre más cerca esté la población del trazado de la Línea mayor es su probabilidad de declarar afirmativamente a la pregunta sobre la DAP. Se encontró que la estimación de la DAP media presenta variaciones cuando se estima el modelo con y sin la variable espacial; los estadísticos en las pruebas de los modelos que incluyen la distancia parecen tener mejor compartamiento.

Como se evidencia en las aplicaciones expuestas, la econometría espacial puede ser aplicada para complementar diversos métodos de valoración económica como son la valoración contingente y los precios hedónicos, según las especificaciones del problema a abordar y la disponibilidad de los datos para emprender la investigación. De igual forma, la econometría espacial ha mostrado su capacidad para mejorar la especificación de los modelos econométricos planteados para la explicación de variables, tales como el cambio en el precio de viviendas o predios o la

valoración que le dan los individuos a la cercanía a bienes ambientales, que les proveen externalidades positivas o a proyectos de infraestructura, que causan impactos en el medio ambiente y, por tanto, generan externalidades negativas.

Conclusiones

De acuerdo a los desafíos metodológicos que representa el interés de valorar económicamente los BSE, en ocasiones, los métodos tradicionalmente usados para llevar a cabo esta función pueden contar con sesgos o proveer una reducida cantidad de información respecto al problema abordado. Este hecho ha fomentado que se busquen técnicas paralelas que sirvan de complemento para la valoración económica de BSE y que mejoren las probabilidades de obtener una aproximación certera a todos los valores contenidos en este tipo de bienes, de tal manera que no se subestimen ni se sobreestimen y se tenga una visión objetiva de los mismos. Es imperante la necesidad de recurrir a nuevas perspectivas que complementen los análisis de la información y de las estimaciones realizadas en la aplicación de los métodos de valoración, de tal forma que el investigador se asegure que no está dejando por fuera consideraciones relevantes en el momento de asignar un valor económico a los BSE.

Los métodos y técnicas expuestos anteriormente se erigen como complementos cualitativos y cuantitativos, aplicables a los métodos de valoración económica de BSE y que pueden ser implementados en el desarrollo de estudios ambientales. Si bien han sido poco utilizados en el campo de la economía ambiental y, específicamente, en la valoración económica de BSE, la literatura demuestra el potencial de desarrollo que tienen para iniciar un camino en los estudios empíricos y proveer mayor información acerca de los datos y las problemáticas abordadas de tal forma que se dé un análisis integral y pueda contenerse totalmente los valores de uso y no uso de estos. Esto permite refinar cada día los procedimientos implementados en las EEA y, en consecuencia, mejorar la toma de decisiones.

En primer lugar, la implementación del método Delphi permite que, por medio de la aproximación a la percepción por parte de un grupo de expertos y el consenso entre sus opiniones, se tenga la certeza de que la valoración económica que se realizará tenga en cuenta los diferentes efectos que tiene sobre la comunidad y el ecosistema la existencia de determinados BSE y su afectación por parte de un proyecto de infraestructura y desarrollo. Además de complementar el proceso de estimación un valor monetario según sus características y los aportes al bienestar de cada uno de los BSE evaluados, el Delphi también permite que los expertos indagados manifiesten información adicional de los mismos, que pudo no haber sido tomada en cuenta y que puede aportar diferentes perspectivas a los análisis de valoración económica de los BSE y ampliar el espectro de beneficios que estos proveen a su contexto natural y social y se vuelven relevantes en la evaluación ambiental que se lleva a cabo, conforme a la experiencia y conocimientos de los expertos.

Por otro lado, el método SG ha sido implementado ampliamente en el campo de la salud, donde ha servido como herramienta fundamental para evaluar el riesgo que los pacientes con enfermedades crónicas están dispuestos a asumir al someterse a un tratamiento que, o los alivie completamente o los conduzca a estados de salud peores al que se encuentran. Debido a la escasa literatura que existe alrededor de la economía ambiental, se convierte en un reto explorar la forma en que puede aplicarse este método en la EEA, ya que puede servir como una herramienta para complementar los análisis de valoración económica y que abra paso a la medición de preferencias de los individuos que se ven afectados directamente por el emplazamiento de proyectos de infraestructura. La medición de preferencias se sustenta en el hecho de encontrar el punto de indiferencia al que llegan los individuos cuando puede presentarse una afectación a los BSE y el riesgo que están dispuestos a asumir por los beneficios que les puede generar la llegada de este tipo de proyectos a su territorio.

Finalmente, la mención a la econometría espacial permite la consideración de variables espaciales que recojan el impacto de la ubicación de las variables observadas sobre los resultados finales de un

modelo de valoración económica. Los métodos de estimación de la econometría espacial permiten sortear los problemas generados por la autocorrelación y la heterogeneidad espacial, características propias de los datos georreferenciados, y obtener estimadores válidos para modelos de valoración económica de BSE. Como se trató de ilustrar, estas técnicas de estimación pueden complementar métodos de valoración como el MVC y los precios hedónicos. Finalmente, el AEDE relacionado de manera cercana a la econometría espacial puede develar relaciones espaciales existentes entre los diferentes BSE identificados en el área de estudio y establecer cómo la proximidad o no entre varios BSE puede influir en su valoración económica.

Referencias

- Acevedo, I. y Velásquez, E. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía*, 27, 9-34.
- Adler, M. y Ziglio, E. (1996). *Gazing Into the Oracle: The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*. Londres: Jessica Kingsley Publishers.
- Aguiar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 8, 139-160.
- Almenara, C. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XX1*, 17(1), 111-132.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Boston: Kluwer Academic.
- Anselin, L. (2000). Spatial Econometrics. En Badi Baltagi (Ed.), *Companion to econometrics* (pp. 310-330). Oxford: Basil Blackwell.
- Anselin, L. (2001). Spatial Effects in Econometric Practice in Environmental and Resource Economics. *American Journal of*

- Agricultural Economics*, 83(3), 705-710.
- Astigarraga, E. (2008). *El método Delphi*. San Sebastián: Universidad Deusto.
- Baronio, A., Vianco, A. y Rabanal, C. (2012). *Una Introducción a la Econometría Espacial: Dependencia y Heterogeneidad*. Recuperado de <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/Espacial.pdf>
- Bongiovani, R. (2009). Econometría especial aplicada a la agricultura de precisión. *Actualidad económica*, 67, 9-27.
- Boukdedid, R., Abdoul, H., Loustau, M., Sibony, O. y Alberti, C. (2011). Using and Reporting the Delphi Method for Selecting Healthcare Quality Indicators: A Systematic Review. *PloS one*, 6(6): e20476.
- Chasco Yrigoyen, C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Colino, J., Noguera, P., Riquelme, P. J., Carreño, F. y Martínez-Carrasco, F. (1999). *Informe sobre la reforma de la PAC y el sector agrario de la Región de Murcia*. Murcia: Consejo Económico y Social de la Región de Murcia.
- Dalkey, N.C. (1969). *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*. Santa Mónica: The Rand Corporation.
- De Meyrick, J. (2003). The Delphi Method and Health Research. *Health education*, 103(1), 7-16.
- Froberg, D. y Kane, R. (1989). Methodology for Measuring Health-State Preferences-I: Measurement Strategies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 42(4), 345-354.
- Hoffman, J. R., Wilkes, M.S., Day, F. C., Bell, D.S. y Higa, J. K. (2006). The Roulette Wheel: An Aid to Informed Decision Making. *PLoS Med*, 3(6): e137.
- Hsu, Chia-Chien, y Sandford, B. (2007). The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. *Practical assessment, research & evaluation*, 12(10), 1-8.

- Jones-Lee, M., Loomes, G. y Phillips, P. (1995). Valuing the Prevention of Non-Fatal Road Injuries: Contingent Valuation vs. Standard Gamble. *Oxford Economics Papers*, 47(4), 676-695.
- Koyama, S. y Takeuchi, K. (2004). Economic Valuation of Road Injuries in Japan by Standard Gamble. *Environmental Economics and Policy Studies*, 6(2), 119-146.
- Kuo, Y. F. y Chen, P. C. (2008). Constructing Performance Appraisal Indicators for Mobility of the Service Industries Using Fuzzy Delphi Method. *Expert Systems with Applications*, 35(4), 1930-1939.
- Landeta, J. (2009). *El método Delphi. Una técnica de previsión del futuro*. Barcelona: Ariel.
- Leguía Aliaga, J. D., Villegas Quino, H. y Aliaga Lordemann, J. (2011). Deforestación en Bolivia: una aproximación espacial. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 15, 7-44.
- Lesage, J. (1998). *Spatial Econometrics*. Toledo: Universidad de Toledo.
- Limatainen, H., Kallionpää, E., Pöllänen, M., Stenholm, P., Tapio, P., y McKinnon, A. (2014). Decarbonizing Road Freight in the Future-Detailed Scenarios of the Carbon Emissions of Finnish Road Freight Transport in 2030 Using a Delphi Method Approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 81, 177-191.
- Linstone, H. A y Turoff, M. (2002). *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Recuperado de <https://web.njit.edu/~turoff/pubs/delphibook/delphibook.pdf>
- Mariscal, P.J. y Campos, P. (2000). *Aplicación del Método Delphi a un Grupo de Propietarios de Dehesas de la Comarca de Monfragüe (Cáceres)*. Madrid: Informe final CSIC.
- Mendoza-González, M. A., Mejía-Reyes, A. y Quintana-Romero, L. (2017). Deseconomías de aglomeración, contaminación y sus efectos en la salud de la Zona Metropolitana del Valle de México. Un análisis con econometría espacial. *Revista Atlántica de Economía*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231076>

- Millán, M. S. (2003a). Investigaciones sobre Economía Ambiental y de los Recursos Naturales en España: Una Discusión sobre el Método Delphi. En: *Anales de economía aplicada* (pp. 1-23). Almería: Asociación Española de Economía Aplicada, ASEPELT. Recuperado de <http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepeltPDF/21.pdf>
- Millán, M. S. (2003b). Programas forestales en las comunidades de Montes Vecinales en Mano Común en la Red Natura 2000: un análisis Delphi. *Revista Galega de Economía*, 12(1), 1-22.
- Millán, M. S. (2003c). Nuevas políticas silvo-ambientales en espacios rurales de la Red Natura 2000: una aplicación a la región atlántica de la Península Ibérica. *Forest Systems*, 12(3), 57-72.
- Mitroff, I. I. y Turoff, M. (2002). Philosophical and Methodological Foundations of Delphi. En Linstone y Turoff (Eds.), *The Delphi Method. Techniques and Applications* (pp.17- 34). Newark: Linstone, H.A. and Turoff, M.
- Moreno, R. y Vayá, E. (2000). *Técnicas Econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*. UB 44 manuals, Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Navrud, S. (2000). Valuation Techniques and Benefit Transfer Methods: Strengths, Weaknesses and Policy Utility. En Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (Ed.), *Valuing Rural Amenities* (pp.15-40). Bruselas: OECD.
- Pate, J. y Loomis, J. (1997). The Effect of Distance on Willingness to Pay Values: a Case Study of Wetlands and Salmon in California. *Ecological Economics*, 20, 199-207.
- Powell, C. (2003). The Delphi Technique: Myths and Realities. *Journal of advanced nursing*, 41(4), 376-382.
- Ramírez, D.E. y Valencia, L. (2013). Valoración hedónica de la vivienda. Una aplicación con variables ambientales. *Apuntes del CENES*, 32(56), 139-174.
- Richardson, J. (1994). Cost Utility Analysis: What Should be Measured? *Social Science Media*, 30(1),7-21.

- Ríos, S. y Girón, F. (2003). La contribución de John Von Neumann a la Teoría de los Juegos. *Arbor*, 175(692), 1377-1407.
- Roldán, J. D. (2003). *Valoración económica de humedales en la ciudad de Bogotá: Una aplicación de econometría espacial* (tesis de pregrado). Universidad de los Andes, Bogotá.
- Sánchez, M. A. y Vargas, E. (2016). *Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios en la zona de influencia del campo petrolero Zoé, ubicado entre los municipios de San Martín y San Alberto, Departamento del César* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Sánchez-Cuenca, I. (2009). *Teoría de juegos*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Somerville, J. A. (2008). *Effective Use of the Delphi Process in Research: Its Characteristics, Strengths and Limitations*. Oregon: Corvallis.
- Torrance, G. (1976). Social Preferences for Health States: An Empirical Evaluation of Their Measurement Techniques. *Socio-economic planning sciences*, 10(3), 110-130.
- von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: University Press.
- Yepes-Núñez, J. J. y García, H. I. (2011). Preferencias de estados de salud y medidas de utilidad. *Iatreia*, 24(4), 365-377.
- Yousuf, M. (2007). Using Experts' Opinions Through Delphi Technique. *Practical assessment, research & evaluation*, 12(4), 1-8.
- Zárate, V. (2010). Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación. *Revista médica de Chile*, 138,93-97.

* Economista, magíster en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y magíster en Hermenéutica Literaria de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: mcalzatet@unal.edu.co



SEGUNDA PARTE



CAPÍTULO 5. LA EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

ELVIRA MARÍA AGUILAR AMAYA*

SANDRA MONTOYA ARBOLEDA**

RODRIGO VÉLEZ OTÁLVARO***

Dentro de los Estudios Ambientales, uno de los capítulos de mayor importancia corresponde a la identificación y evaluación de los impactos que generan los proyectos de infraestructura y desarrollo sobre los recursos naturales, los BSE y las comunidades de los territorios donde se emplazan. Puesto que de dicho proceso depende la formulación de las medidas de manejo con las cuales se quiere prevenir, mitigar y compensar los cambios que se presenten sobre el medio ambiente por la construcción y operación de un proyecto.

En el proceso de definición de los impactos dentro de los estudios ambientales, se tiene que a partir de la Ley 99 de 1993 se comienza a considerar que debe realizarse la identificación y evaluación de los impactos, lo que consecuentemente ha sido plasmado en los siguientes decretos reglamentarios:

En el Decreto 1753 de 1994, que reglamenta el artículo VII de la Ley 99 de 1993, se menciona que los Estudios Ambientales deben “dimensionar y

evaluar los impactos y efectos del proyecto, obra o actividad, de manera que se establezca la gravedad de los mismos y las medidas y acciones para prevenirlas, controlarlas, mitigarlas, compensarlas y corregirlas” (Decreto 1753, 1994). Además, este dice que se debe incluir la estimación de los impactos y efectos ambientales donde se deben identificar “los ecosistemas sensibles, críticos y de importancia ambiental y social. Igualmente se identificarán, caracterizarán y estimarán los impactos y efectos ambientales, su relación de causalidad y se elaborará el análisis de riesgo” (Decreto 1753, 1994).

Posteriormente, el Decreto 1728 de 2002, que reglamenta el artículo VII de la Ley 99 de 1993 (Ley 99, 1993, art. VII), menciona que los Estudios Ambientales deben incluir “la identificación y evaluación de los impactos y ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse” (Decreto 1728, 2002). Esto se reafirma posteriormente en el Decreto 1180 de 2003 y en el Decreto 1220 de 2005.

En el Decreto 2820, expedido el 5 de agosto de 2010, que reglamenta el artículo VII de la Ley 99 de 1993, se menciona que los Estudios Ambientales deben incluir “información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos” (Decreto 2820, 2010). En este decreto también se aclara que estudios de este tipo “se elaborarán con base en los términos de referencia que sean expedidos por el MAVDT. La autoridad ambiental competente podrá adaptarlos a las particularidades del proyecto, obra o actividad” (Decreto 2820, 2010). Esto es reafirmado posteriormente en el Decreto 2041 de 2014.

Desde la legislación, se evidencia que se reconoce la importancia de delimitar con precisión cuáles son los BSE que son afectados con el emplazamiento de un proyecto de infraestructura y definir qué tan determinantes son sus efectos sobre el contexto. De acuerdo con las particularidades de los diferentes tipos de proyectos y los contextos en los que se plantea el desarrollo de estos, cada Evaluación Ambiental debe aproximarse críticamente a la definición de los impactos que pueden presentarse en su desarrollo. El procedimiento fundamental para llegar a la concreción de la valoración económica es realizar la jerarquización de los

impactos de acuerdo a su nivel de significancia, otorgándole a cada uno una calificación que se puede establecer entre las siguientes categorías: críticos, severos, moderados e indiferentes.

A partir de esto, se considera que los impactos calificados como “moderados” y “severos” en la evaluación ambiental son los de mayor importancia y, por tanto, estos serán objeto de la valoración económica o del análisis de internalización, de acuerdo con la naturaleza y características del impacto ambiental. Para los impactos “compatibles” no se realiza una evaluación cuantitativa debido a que, como lo indica el Documento Técnico para la Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos (MAVDT y Uniandes, 2010) es importante priorizar los estudios que se deben desarrollar sobre los impactos más significativos, que resulten de la jerarquización de los mismos.

En esta misma línea, el *Manual Técnico para el uso de herramientas económicas en las diferentes etapas de licenciamiento ambiental*, propone que:

teniendo en cuenta las múltiples metodologías de evaluación de impacto ambiental, se consideran relevantes los impactos que resulten clasificados en los tres niveles que revistan mayor gravedad (para los impactos de carácter negativo) o mayor beneficio (en el caso de los impactos positivos) posterior al análisis del proyecto y en comparación con su estado inicial o línea base. (Anla, 2015, p. 35)

Finalmente, el documento *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental* aprobado mediante la Resolución del MADS No. 1669 del 15 de agosto de 2017, resalta sobre la identificación de impactos relevantes:

Los EIA identifican y califican todos los impactos, tanto directos como indirectos, acumulativos y sinérgicos que estén asociados con la implementación del proyecto. Este conjunto constituye el insumo para definir los impactos ambientales significativos del proyecto, pues se consideran como tales, todos aquellos impactos que se encuentren dentro de las tres categorías de mayor significancia establecidas en la valoración de impactos del EIA. Los impactos significativos que no son internalizados son los que deben ser incluidos en los análisis económicos. (MADS y Anla, 2017, p. 42)

Ahora, como se anticipaba desde antes, el verdadero reto no constituye la aplicación de una evaluación de impacto que genere una jerarquización de los impactos que pueden darse en el contexto del emplazamiento de un proyecto, si no el tratar de establecer de manera precisa cuáles serán los impactos que se darán y efectuarán cambios sobre los recursos naturales, cuáles de los BSE proveídos por estos se verán afectados y en qué medida. Esto sin perder de vista la complejidad que se ve implicada en la consideración de cada uno de estos BSE y sus características cambiantes según el contexto en el que se den. Entonces, una reflexión profunda se requiere de tal manera que se pueda aprehender los BSE como unidades y también a partir de las relaciones que se construyen con su contexto.

En el presente capítulo se aborda la manera en que se aproxima la EEA de elementos particulares a cada uno de los componentes que se incluyen en un EIA: abiótico, biótico y socioeconómico, con el objeto de resaltar las distintas características que entran en juego a la hora de definir el valor para los diferentes BSE prestados por el medio ambiente y cómo se determinan. En primer lugar, para el componente abiótico se acude al ejemplo de las afectaciones causadas sobre la calidad del aire y del agua para poner en discusión el proceso de valoración de los impactos en este componente de ser considerados de manera individual a la comprensión del ecosistema como un sistema que llega con la introducción del concepto de BSE. Posteriormente, para el componente biótico se plantea la complejidad implicada en la búsqueda de valorar económicamente la biodiversidad, se propone la formulación de una propuesta de valoración basada en el análisis del ecosistema y en la evaluación de la afectación de especies sensibles por los cambios generados por las actividades de los proyectos de infraestructura y desarrollo. Finalmente, para el componente socioeconómico se retoma la experiencia de valoración económica de los impactos, donde a partir de los resultados han surgido discusiones sobre la utilidad de la valoración económica y de los métodos de valoración.

Así, este capítulo pretende configurar una idea global de cómo se desarrolla la valoración económica en los estudios ambientales conforme a las particularidades de los diferentes BSE que pueden ser afectados en los tres medios que son evaluados: abiótico, biótico y socioeconómico. A la vez

es un llamado a atender las particularidades de cada uno de estos, para ser considerados en un efectivo proceso de valoración que propenda por el desarrollo sostenible.

Evaluación de impactos en el medio abiótico

Para los primeros estudios ambientales, la evaluación de impactos se realizaba con base en metodologías como la Conesa (2010). Allí se planteaba que dicha valoración se podría hacer a través de las denominadas funciones de transformación (o funciones de utilidad), donde la magnitud del impacto, valorada a través de un indicador, se asocia a la magnitud de calidad ambiental.

Dichas funciones no son únicas, ya que dependen de varios factores como:

- Comportamiento físico del elemento analizado.
- Posición del analizador de los impactos con respecto al riesgo, el cual puede ser averso, propenso o neutro al riesgo, que modifica completamente el tipo de función de utilidad.

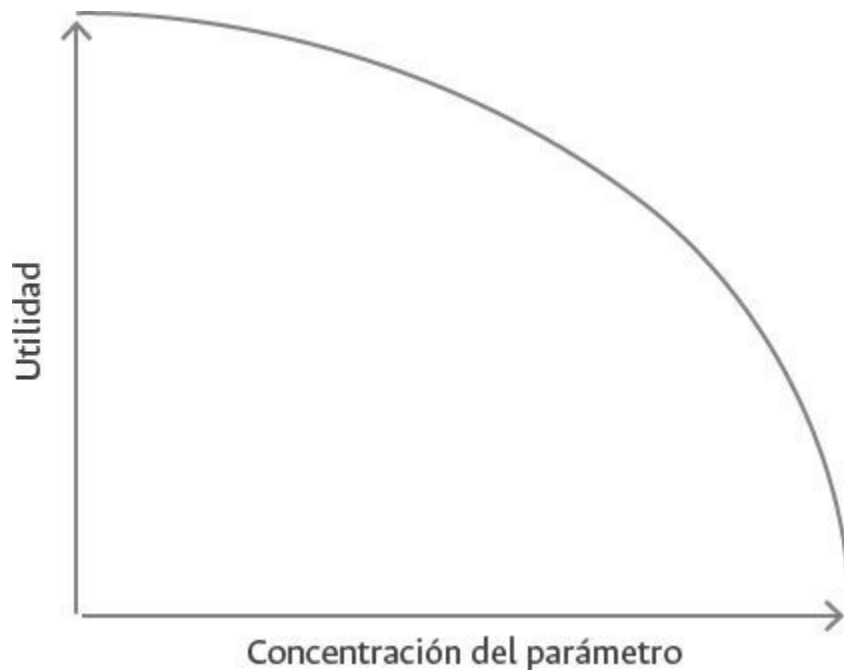
Al aplicar lo anterior a la evaluación de los impactos típicos que se pueden generar en el medio abiótico por la construcción y operación de un proyecto, se encuentra lo siguiente:

- Los impactos típicos de un proyecto de infraestructura están relacionados con los cambios en la calidad del aire (concentración de gases: NO_x, SO_x, CO y material particulado) y del agua (materia orgánica, sedimentos, oxígeno, pH, entre otros).
- Al intentar construir las curvas de funciones de transformación o funciones de utilidad para evaluar estos impactos, se encuentra que: para definir la calidad ambiental de un elemento se puede utilizar como base la normatividad legal existente en un país. Por ejemplo, en Colombia la normatividad sobre la calidad del aire ha cambiado en el último año, siendo mucho más restrictiva la actual, como se puede observar al comparar la Resolución 2254 de noviembre de 2017 y la Resolución 610 de marzo de 2010. Conforme a la posición

que tenga el decisor con respecto al riesgo, se tendrán curvas diferentes:

- » Si se es averso al riesgo, se tendrán los puntos extremos de la curva y el tercero se definirá asignando un valor bajo en la calidad ambiental, para un incremento bajo en el valor del indicador.
- » Si se es propenso al riesgo, el tercer punto se definirá asignando un valor alto de la calidad ambiental, para un incremento alto en el valor del indicador, como se puede observar en la figura 29.
- » Y si es neutro al riesgo, se tendrá una línea recta, definida por la normatividad.

Figura 29. Curva de utilidad “propensa al riesgo”



Sin embargo, esta aproximación presenta varias limitantes. La primera de estas se relaciona con la forma de construir la curva, ya que se conoce que los umbrales donde la calidad del aire y el agua se consideran malos son altos; pero en sí mismos no constituyen información suficiente para la

construcción de la curva. Este proceso tiene un carácter subjetivo y depende de las personas que están haciendo el análisis.

- Otra limitante se relaciona con la valoración individual del impacto ya que, a pesar de buscarse valorar el efecto total generado sobre el medio ambiente, estas formas de evaluar los impactos solo consideran los cambios ocurridos en un solo elemento, sin considerar aquellos que se pueden causar sobre los demás elementos del medio. Como ejemplo se presenta posteriormente el esquema de la figura 30, donde se observan los cambios que se pueden presentar en el medio ambiente cuando se modifica la calidad del agua. Las metodologías actuales solo evalúan el cambio en la calidad del agua, a través de Indicadores de calidad del agua como el WQI (Índice de la Fundación Nacional de Sanidad-Estados Unidos), basados en las concentraciones de oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo, nitratos y sólidos totales, la presencia de coliformes, los valores de turbiedad, pH y los cambios en temperaturas. No evalúan los otros efectos que se presentan por este cambio, como son el Deterioro de ecosistemas acuáticos (ver posteriormente la figura 30), que afecta la actividad productiva y esta, a su vez, produce efectos en el fortalecimiento de la capacidad de gestión de las comunidades y municipios, en la generación de empleos y en el deterioro del paisaje natural. Los dos últimos a su vez pueden generar cambios en coberturas vegetales, alteración de hábitat terrestre y modificación en los usos del suelo, que se reflejaría en cambios morfológicos en el río. En conclusión, con las metodologías actuales, de 14 efectos que se pueden generar por el cambio en la calidad del agua, solo se evalúa el relacionado con su calidad y su posible uso.

Las limitantes mencionadas de las metodologías utilizadas hasta ahora para la evaluación de los impactos por la construcción y operación de un proyecto, han hecho que se planteen formas alternativas para evaluar los impactos, una de ellas es la valoración económica.

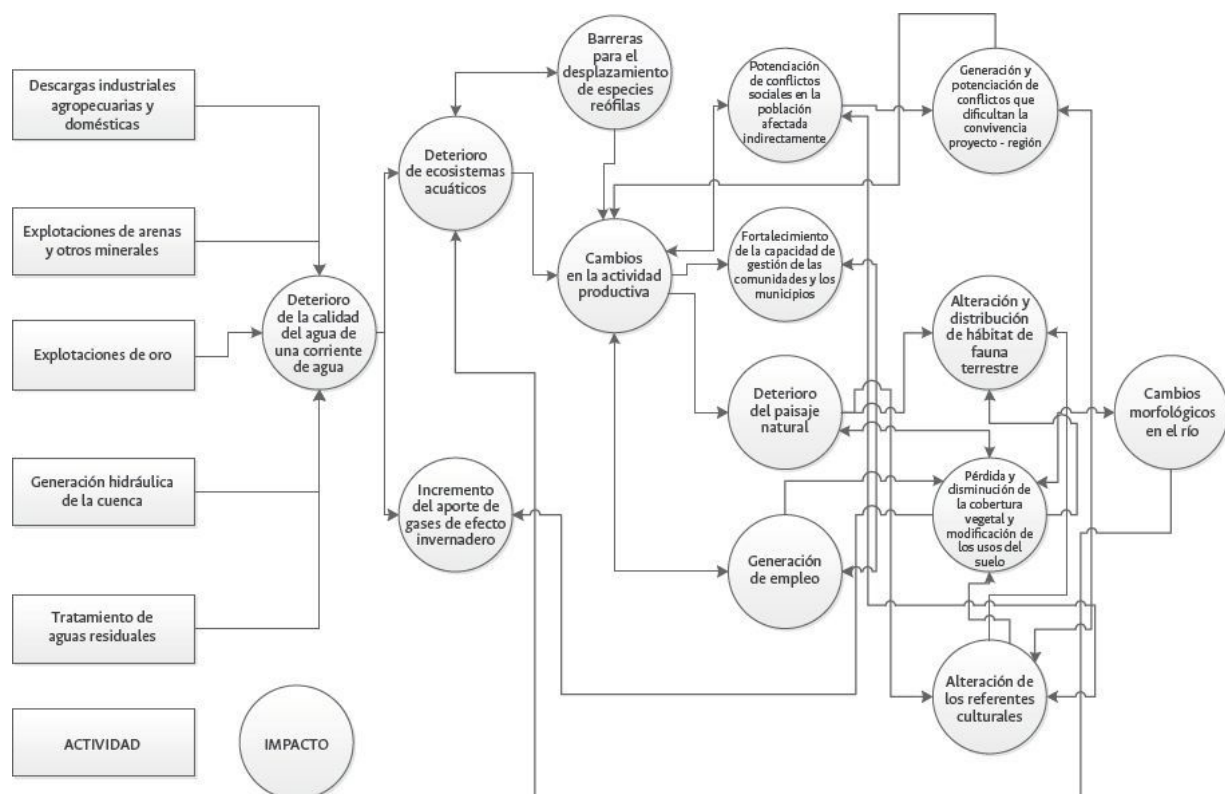
Esta metodología, al igual que las anteriores, ha venido evolucionando y cambiando de enfoque: en las primeras propuestas, contenidas en el documento *Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales* del MAVDT (2003), el enfoque estaba orientado a definir los precios de un impacto basados en los conceptos de valor monetario del bien o del servicio ambiental. Estos precios se calculaban según el valor del uso y valor del no uso de los bienes y servicios ambientales. El primero se define como “el valor determinado por la DAP que ofrecen los individuos por usar actualmente los bienes y servicios generados por medio ambiente” (MAVDT, 2003, p.8); mientras el segundo es definido como “el valor representado por la DAP de los no usuarios por la preservación del medio ambiente” (MAVDT, 2003, p.8). Las diferentes formas de aproximarse a la valoración económica para la estimación del VET ya fueron profundizadas en la introducción del presente libro.

Remitirse a la utilización de esta metodología, especialmente si se pretende hacer una valoración por métodos directos, puede presentarse inconvenientes, en tanto “la aplicación de estudios de valoración puede ser muy costosa. Adicionalmente los estudios de valoración primarios demandan en su mayoría grandes cantidades de tiempo.” (MAVDT, 2003, p.46). Ahora bien, para complementar la propuesta de realización de una valoración económica, se tiene que en muchos casos se identifican impactos que, si bien afectan potencialmente el ecosistema, sus efectos pueden ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados por acciones incluidas dentro de los PMA de los proyectos. En consonancia con lo anterior, en el Manual técnico para la “Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental” (MAVDT y Uniandes, 2010) se habla de la existencia de impactos internalizables, que son aquellos que “se pueden corregir a través de la implementación de planes de manejo ambiental que sean efectivos en reversar las afectaciones” (MAVDT y Uniandes, 2010, p.17). La delimitación de estos impactos internalizables hace parte del procedimiento de identificación y evaluación que se hace en los estudios ambientales.

Conforme a lo establecido por los dos documentos mencionados, los impactos que se dan en el medio abiótico generalmente son tomados como internalizables, ya que los cambios en las características del agua, aire y suelo son controlados completamente mediante la ejecución de los planes de manejo. Es más, como se puede considerar que los efectos sobre el medio abiótico son generados por malas prácticas constructivas, en algunos casos no se estiman los costos de los planes de manejo que los atienden, dado que se supone que están considerados dentro del presupuesto de la obra civil.

Sin embargo, lo expuesto en el *Manual técnico* (MAVDT y Uniandes, 2010) sigue perpetuando la limitación inherente presente en las anteriores perspectivas y que tiene que ver con la realización de una valoración de los efectos individuales y no del cambio general en el medio ambiente tomado como un sistema.

Figura 30. Cambios que se originan en el medio cuando se modifica la calidad del agua



Para el año 2015 la Anla, a pesar de conservar en su *Manual Técnico* el concepto de internalización para aquellos impactos “generados por el proyecto que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas contempladas dentro del Plan de Manejo Ambiental - PMA del EIA” (Anla, 2015, p.50), ya se comienza a incluir el concepto de BSE, definiéndolos como “un ecosistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan” (Anla, 2015, p.51). Luego para el año 2017, el MADS, mediante la Resolución 1669 del 15 de agosto, adoptó los *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de la licencia ambiental*, donde se establece que se debe realizar una valoración económica de los cambios que se dan en los servicios ecosistémicos.

Esta inclusión se ve reforzada con los ajustes que el Ministerio realiza en los Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental, donde se solicita “identificar, medir y analizar los servicios ecosistémicos – SEE” (MADS y Anla, 2017a, p.129) en el área de influencia de los proyectos. Estos dos últimos documentos ya no plantean exigencias generales, como las que se establecían en la normatividad comprendida entre 1993 y 2010; sino que cuentan con una mayor precisión, como se puede observar en su requerimiento de identificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y soporte, y culturales (MADS y Anla, 2017b). Esta última exigencia establecida en los términos de referencia se articula perfectamente con lo que se establece de carácter obligatorio a través de la Resolución 1669 de 2017, dado que esta será el insumo necesario para poder valorar económicamente los cambios en los servicios ecosistémicos.

Ya en el medio abiótico, no se valoran los cambios que se dan a nivel individual en sus componentes (aire, suelo, agua), sino que se evalúan los cambios que se dan a nivel de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento (agua), regulación y soporte (suelo y aire). Se empiezan a analizar los cambios que puede generar un proyecto en el medio ambiente, considerando la existencia de un ecosistema en el lugar en que este se localice, que está conformado por muchos elementos que interactúan entre

sí, al dejar atrás la perspectiva anterior en la que los elementos se analizaban independientemente.

A pesar de este avance en el planteamiento de las evaluaciones de los impactos causados sobre el medio ambiente por el emplazamiento de un proyecto, aún se presenta el problema relacionado con la falta de información para realizar esta caracterización y evaluación, dado que mucha de ellas requiere estudios de larga duración, que están por fuera de los tiempos que se establecen para los EIA y hay otra información que requiere alcances diferentes a los planteados en los términos de referencia de dichos estudios. Sin embargo, al establecerse los servicios ecosistémicos a evaluar, se permite que a partir de ese punto se pueda recoger información útil, que en un futuro permitan la construcción de modelos para la realización de este trabajo.

Valoración económica de la diversidad biológica

La valoración económica de la biodiversidad surgió como una estrategia para calcular su valor económico y visibilizar los beneficios económicos a largo plazo de la conservación de la naturaleza, para mostrar a los gobiernos y al público en general la equivalencia económica de los procesos y servicios ecosistémicos (Gavilán, Grau y Oberhuber, 2011).

La propuesta de realizar esta valoración como estrategia para frenar la pérdida de biodiversidad es reciente. Gavilán *et al.* (2011) afirman que esta se inicia aproximadamente con el trabajo de Robert Costanza *et al.* (1997), titulado *El valor de los servicios de los ecosistemas mundiales y el capital natural*, en el que los autores estiman que el valor de la biosfera (de la cual gran parte se encuentra por fuera del mercado) está en un rango de 16-54 trillones de dólares al año, con una media de 33 trillones de dólares/ año (tomando esto como una estimación mínima). Si se tiene en cuenta que el valor del PIB es de 18 trillones de dólares/año, esto quiere decir que el valor de la biodiversidad supera significativamente al PIB mundial.

A partir de este trabajo se realizaron diversas investigaciones que mostraron la relevancia de las relaciones entre los sistemas naturales y el

bienestar humano. Estos estudios reconocen que la valoración de la diversidad biológica presenta dificultades basadas en dos aspectos fundamentales: el primero de ellos tiene que ver con las técnicas con las que se cuenta actualmente para medir la diversidad biológica, que se basan principalmente en áreas y esfuerzos de muestreo; pero de las que surgen preguntas sobre su representatividad y significancia. Y, el segundo, que se deriva del anterior, se relaciona con el conocimiento que se tiene de esa diversidad biológica.

El *Convenio sobre la Diversidad Biológica* define la diversidad biológica como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Convention on Biological Diversity, 1992, p.3)³⁸. Para Wilson (como se citó en Nuñez, González-Gaudiano y Barahona, 2003), la diversidad biológica es toda la variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie hasta las especies que componen toda o parte de una comunidad local y, finalmente, en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo.

Ambas definiciones reconocen la diversidad biológica como la variedad de vida en tres niveles: genético, de especie y ecosistema. La diversidad de la vida se manifiesta en ellos sin que uno sea más importante que otro. Cada uno representa un grado de organización que proporciona elementos para tratar de entender los patrones y procesos de la vida en la tierra.

Esta variedad hace referencia a todos los seres vivos: bacterias, hongos, fauna invertebrada, fauna vertebrada, flora, que hacen parte de los diversos ecosistemas terrestres y acuáticos. El *Convenio de Diversidad Biológica* reconoce la importancia de los organismos vivos para el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas. La diversidad entre los organismos vivos aumenta la capacidad de adaptación de los sistemas de vida a los cambios en la composición física de la biósfera, tales como los cambios climáticos (Glowka, Burghenne-Guilmin y Synge, 1996).

Al realizar la evaluación partiendo del nivel del ecosistema, se evidencia que este no puede ser estudiado solamente a partir de la presencia o ausencia de especies. Hay también una serie de funciones que tienen una estrecha relación con los servicios ecosistémicos y que deberían ser tenidas en cuenta al momento de estudiar la diversidad biológica. Surgen entonces preguntas relacionadas con la existencia de umbrales críticos en los que la pérdida de biodiversidad puede afectar las funciones y los servicios de un ecosistema: ¿Cuáles serían esos umbrales?, ¿De qué información se dispone para establecerlos?, ¿Qué umbrales de estos pueden conducir a procesos de extinción?, ¿Qué implicaciones tienen esos procesos de extinción en la conservación de la vida en el planeta? (Sutherland, Adams, Aronson, Aveling, Blackburn, Broad, Ceballos, Côté, Cowling, Da Fonseca, Dinerstein, Ferraro, Fleishman, Gascon, Hunter, Hutton, Kareiva, Kuria, Macdonald, Mackinnon, Madgwick, Mascia, McNeely, Milner-Gulland, Moon, Morley, Nelson, Osborn, Pai, Parsons, Peck, Possingham, Prior, Pullin, Rands, Ranganathan, Redford, Rodriguez, Seymour, Sobel, Sodhi, Stott, Vance-Borland, Watkinson , 2009).

Bajo este contexto es evidente que la dificultad que se señala con relación a la posibilidad de conocer la diversidad biológica y, por ende, entender cómo valorarla, está estrechamente relacionada con la magnitud de la riqueza de las diversas formas de vida y su relación con las funciones de los ecosistemas a las que estos organismos están asociados. El *Convenio de Diversidad Biológica* define los recursos biológicos como aquellos que tienen algún valor o utilidad real o potencial para el hombre; refiriéndose a recursos genéticos, organismos o partes de ellos, poblaciones o cualquier tipo de componente biótico de los ecosistemas (Glowka *et al.*, 1996). Si se acepta que los recursos biológicos tienen valor en la medida que el hombre los conoce y utiliza, se estarían excluyendo todos aquellos para los que no se tiene información.

La discusión se vuelve más amplia si se tiene en cuenta que, en términos de utilización directa, actualmente el conocimiento que tenemos de la diversidad biológica no permite conocer su VU total, especialmente si se parte de que esta diversidad resulta prácticamente incalculable, dada su manifestación a nivel genético, de especies y de ecosistemas y dado que

cada nivel de estos presenta un alto grado de complejidad. En los estudios ambientales es común el reporte de especies nuevas en los diversos inventarios que se realizan para caracterizar los ecosistemas que serán objeto de intervención. De manera similar, los estudios con enfoque científico o de investigación primaria registran nuevas especies de macro y microorganismos de manera continua, sin contar las investigaciones que se realizan a nivel genético.

A raíz de este desconocimiento de la diversidad biológica no es posible conocer los valores reales de uso de estos recursos y su valor futuro. Desde lo cultural y lo económico, las comunidades le pueden asignar un valor de acuerdo al uso que hacen de esta. Sin embargo, en los talleres que se realizaron para la valoración económica se evidenció que en algunos casos no se reconocen la totalidad de los recursos, por ejemplo: grupos de organismos como los briofitos, los líquenes, algunos anfibios y pequeños mamíferos que no son conspicuos, entre otros organismos. Esto porque no se asocian a un uso en especial, ya que se desconoce su valor indirecto como proveedores de funciones y servicios ecosistémicos. Hay entonces un valor inherente a la especie que no es reconocido por las comunidades.

Para referirse al valor indirecto de los recursos y mostrar la complejidad de la diversidad biológica, Glowka *et al.* (1996) señalan, a modo de ejemplo, el caso de los hongos formadores de micorrizas que cumplen una función importante en la captación de nutrientes, especialmente fósforo, para especies de flora en bosques y cultivos, donde se tiene poca información sobre cuáles especies de estos hongos son importantes para esta función esencial. Bajo la premisa del desconocimiento de estas y otras funciones y de la diversidad misma a nivel genético, de especies y de ecosistema, Glowka *et al.* (1996) recomiendan considerar que todos los componentes bióticos de los ecosistemas tienen VUD o potencial para los seres humanos, independientemente de que este uso sea conocido.

Al considerar la recomendación de reconocer el valor inherente de los componentes bióticos de los ecosistemas y las limitantes para obtener un conocimiento completo de la diversidad biológica de las áreas donde se desarrollan los proyectos, es conveniente que en la valoración económica se realice un análisis del ecosistema que será afectado, considerando su

composición y estructura para tratar de entender qué especies se afectan e integrar a la evaluación las funciones y los servicios ecosistémicos asociados. Además, se deben tener en cuenta las estrategias sobre las que se fundamentan las propuestas de compensación formuladas en el *Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad* (MADS, 2012) y el *Manual de Compensaciones del Componente Biótico* (MADS, 2018), que se basan en una visión ecosistémica fundamentada en el análisis integral de la afectación sobre los atributos del ecosistema.

Estas son las razones que motivan al equipo biótico de SAG a formular una propuesta de valoración, basada en el análisis del ecosistema y en la evaluación de la afectación de especies sensibles a los cambios generados por las actividades de los proyectos de infraestructura y desarrollo. En una primera instancia los profesionales realizan la evaluación desde la ecología del paisaje, al analizar los efectos que tendría sobre los ecosistemas la remoción de cobertura vegetal, con la consecuente reducción de áreas viables para poblaciones de fauna y flora, el aislamiento de estas poblaciones y su exposición a efectos de borde, evaluación que se hace para los grupos en general. Posteriormente, se pasa a un nivel de análisis más detallado, en el que se evalúa el efecto sobre las especies sensibles, especialmente sobre las que son dependientes del hábitat, las que requieren de áreas grandes para mantener sus poblaciones o las que se encuentran en alguna categoría de amenaza.

Con claridad sobre estas implicaciones, se proponen valores en función de la DAP para que no se produzca el impacto. Estos valores se discuten en reunión con el equipo de profesionales bióticos que participan en el proyecto. Paralelamente, se realizan talleres de identificación de servicios ecosistémicos con las comunidades, con el fin de reconocer las funciones y los bienes ecosistémicos que le atribuyen a los ecosistemas que serán impactados. De esta forma, el valor final es el resultado del ejercicio realizado con los expertos y de la información obtenida en los talleres que luego es asociado a medidas monetarias para estimar su valoración económica.

Finalmente, es importante resaltar que los contextos en los que se localizan los proyectos de infraestructura y desarrollo, así como la

diversidad biológica de estas zonas, son tan particulares y específicos que demandan un esfuerzo para su mejor conocimiento y valoración. De esta forma, se motiva a académicos, consultores y sector público a realizar ejercicios directos que vayan más allá de extrapolar los resultados de la literatura para complementar las bases de datos y tener resultados acordes a nuestra realidad e intereses.

VEI socioeconómicos

A partir de los estudios de impacto ambiental para los proyectos de infraestructura, se han identificado impactos de naturaleza positiva y negativa que, al llevarlos a su valoración económica, son tomados como beneficios y costos respectivamente.

Al indagar por el concepto y opinión de los equipos de trabajo de expertos en diferentes disciplinas como trabajo social, economía, ciencias políticas, sociología y antropología, sobre la valoración económica como herramienta recientemente utilizada en los estudios ambientales, se encuentran algunos puntos en común y otros que difieren sobre la pertinencia y utilidad de una valoración económica para los impactos sociales.

Los impactos sociales “típicos” identificados por la intervención en diferentes etapas de los proyectos, como generación de expectativas, afectación del patrimonio arqueológico, la potenciación de conflictos, cambios en los patrones socioculturales, desplazamiento de población y modificación de espacios de recreación y turismo, son los impactos más controvertidos a la hora de definir una metodología de valoración económica (expresadas en la primera parte de este libro) o de justificar su inconmensurabilidad.

La generación de expectativas usualmente evaluada como un impacto negativo ha conducido a discusiones no solo desde la consultoría, sino desde la experiencia en proyectos ya construidos y operando, ya que es posible calcularlo de acuerdo con la metodología actual para valoración económica (MADS y Anla, 2017b) como un impacto internalizable, al

hacer la salvedad que depende del contexto en que se desarrolle el proyecto. Sin embargo, el trasfondo de una posible valoración económica es que puede generar impactos residuales en las etapas de construcción, operación y hasta en el desmantelamiento de los proyectos. Lo anterior hace que se revisen metodologías y se establezcan tendencias para la valoración en impactos como este.

Otros impactos como la generación de empleo, dinamización de la economía local, incremento en los presupuestos municipales, cambios en el uso del suelo, daños causados a propiedad de terceros y alteración a la movilidad, son impactos para los cuales existe información y herramientas que permiten aproximarse a su valoración y realizar su cuantificación monetaria mediante un método indirecto de valoración, teniendo en cuenta la disponibilidad de valores de referencia como los precios y costos de mercado relacionados con cada uno de ellos.

Recurrir al uso de mercados ficticios como método de valoración de bienes públicos consumidos colectivamente, específicamente el medio ambiente, no es apropiado. Con respecto a un mercado los individuos se comportan como consumidores, mientras que en relación con los bienes ambientales se comportan como ciudadanos. En tanto consumidores, el comportamiento de la gente es individualista, mientras que como ciudadanos tienen la oportunidad de reconocer y evaluar intereses más amplios y de valorar el medio ambiente de manera colectiva (Van Hauwermeiren, 1999). En muchos casos, esto se presenta como una justificación de la inconmensurabilidad de los impactos o, más bien, del tipo de medición que se debe adoptar, conforme sea posible no llegar a una cuantificación monetaria; pero sí a su valor social.

Dentro del ejercicio de valorar económicamente los impactos sociales, que parte de la evaluación de impactos, para algunos surge una disyuntiva acerca de su naturaleza, entre los que se encuentran la “dinamización de la economía local” y la “afectación del patrimonio arqueológico”. El impacto “dinamización de la economía local” genera discusiones cuando es calificado como positivo desde la evaluación ambiental, por la poca oferta que en general tienen algunos territorios para enfrentar el incremento de demanda temporal de bienes y servicios asociada a la construcción del

proyecto y la llegada de población foránea. Este impacto en muchos casos se ha homologado al impacto “Cambio en la demanda de bienes y servicios”, que se ha considerado como negativo en proyectos que pueden tener una alta demanda de empleo formado y no formado que consecuentemente implica la demanda de servicios de alojamiento, alimentación, transporte, vestuario y el consumo suntuario en algunos casos y que el área de influencia del proyecto no alcanza a cubrir.

Se debe revisar la articulación con la valoración económica que tiene actualmente como impacto positivo, a fin de precisar el tipo de BSE que se va a intervenir y definir la forma más pertinente para medir o estimar su respectiva variación con el emplazamiento del proyecto, al formular un indicador de línea base para la evaluación de impactos, que consiga expresar su presencia en el territorio.

En cuanto a la afectación del patrimonio arqueológico, debido a su naturaleza negativa, dentro de la vigencia de los estudios ambientales para obtener una licencia por parte de la autoridad ambiental, se cuenta con información considerada insuficiente para establecer una cuantificación monetaria según se ha profundizado en la existencia de vestigios de épocas pasadas y muy antiguas; pero que requieren investigaciones más exhaustivas que sobrepasan los tiempos sobre los cuales deben responder las empresas. Sin embargo, se convierten en un impacto positivo al realizar rescate de piezas arqueológicas que enriquecen el acervo cultural e histórico del país.

Se trata de ser conscientes e invertir en conocer verdaderamente cuál es esa conexión ecosistémica entre lo encontrado sobre las generaciones pasadas, lo que utilizan las presentes, lo que queda para las futuras y, finalmente, será mejor obtener un valor que obligue a su preservación y conservación. De ahí que el término inconmensurabilidad, definido por Van Hauwermeiren (1999), vuelve a cobrar importancia, ya que las personas deben decidir sobre un bien público y comportarse como ciudadanos, es decir, que no podrá evaluarse con un método de mercados ficticios. Hoy no basta con corregir las “desviaciones” ambientales producidas por un modelo económico productivista, sino que la evaluación de impacto y arqueología

(EIA) debe servir para reorientar las políticas económicas hacia un modelo sostenible (Criado, 2005).

La incommensurabilidad no significa que no podamos comparar decisiones alternativas sobre una base racional o sobre diferentes escalas de valores y ordenar alternativas bajo diferentes criterios. En general, la comparación es posible; pero deja de serlo cuando se busca expresar exclusivamente los valores en una escala monetaria. El ABC presupone que existe una sola escala de valor (Van Hauwermeiren, 1999).

La identificación de impactos ambientales merece un especial cuidado, ya que desde el punto de vista de participación de las comunidades y, en general, los actores involucrados, no basta la discusión a partir de algo ya identificado. Es importante retomar el conocimiento tradicional desde la misma identificación y formulación de medidas de manejo para obtener unos indicadores biofísicos y, en otros casos, monetarios sobre las afectaciones a los recursos. Es en estos escenarios de participación que las personas declaran sus preferencias y expresan los cambios en sus niveles de bienestar a causa de los impactos que ellos mismos identifican por el emplazamiento de los proyectos, información que no solo revela la dependencia que tienen sobre los recursos naturales; sino que es el punto de partida para su valoración económica.

Estos intentos de valoración económica invitan a la reflexión de los lectores sobre la utilidad final de las “cuentas” resultantes y cómo la asumen los agentes privados y públicos en su contabilidad, como compromiso con el desarrollo sostenible. Si como actor económico conozco el valor de las afectaciones que hago a los recursos y lo internalizo en mis costos, estaré más consciente de prevenir o disminuir las afectaciones, ya que directamente afectará mis inversiones en términos de rentabilidad. Sin embargo, no se trata solo de internalizar estos costos; sino de evitar pérdidas en el bienestar social de las comunidades, este es un ejercicio mucho más amplio e interdisciplinar que puede ser abarcado desde la evaluación económica y social de los proyectos.

Conclusiones

La EEA requiere de un trabajo multidisciplinario en el que se integre la visión de los diferentes componentes que participan en los Estudios Ambientales, con el fin de obtener resultados robustos y acordes con la naturaleza y complejidad de las afectaciones que los proyectos de infraestructura y desarrollo generan sobre los recursos naturales y las comunidades de los territorios en que se emplazan. En este sentido, en el presente capítulo se abordó la manera en que se aproximan a la EEA los profesionales de cada uno de los componentes (abiótico, biótico y socioeconómico) que participan en un EIA, cuyo objetivo fue conocer sus percepciones acerca de la forma en que se asignan valores económicos a los diferentes BSE de acuerdo con la particularidad de las afectaciones en cada componente y su posición frente a la aplicación de metodologías de VEI.

Desde el punto de vista abiótico, se identificaron como impactos típicos de un proyecto de infraestructura los relacionados con afectación a la calidad del aire y a la calidad del agua. La aproximación a la valoración económica de las afectaciones sobre los BSE generados por estos impactos ha venido evolucionando y cambiado de enfoque según la normatividad expedida por la Autoridad Ambiental. Aunque en un primer momento se hacía énfasis en la función de transformación (o función de utilidad), las limitaciones de este enfoque relacionadas con la forma en que se construye esta función llevó a considerar alternativas de cuantificación con base en valores monetarios que considerasen los valores de uso y de no uso de los elementos ambientales afectados. Recientemente, con la introducción del concepto de impactos “internalizables” se considera que en el medio abiótico, según los cambios en las características del agua, aire y suelo pueden ser prevenidos y/o controlados adecuadamente mediante la ejecución de las medidas de manejo, se facilita considerablemente aplicar el análisis de internalización en estos impactos.

La postura crítica de los profesionales del componente biótico frente a la EEA se debe a las dificultades que perciben con respecto a la posibilidad de conocer y cuantificar la diversidad biológica de las áreas donde se desarrollan los proyectos. En términos de utilización directa, el conocimiento que se tiene de la diversidad biológica no permite determinar su valor total, debido a que esta diversidad resulta incalculable dada su

manifestación a nivel genético, de especies, de ecosistemas y a que cada nivel de estos presenta un alto grado de complejidad. En este sentido, consideran que los ejercicios de EEA son limitados porque no reconocen la totalidad de los recursos como es el caso de los grupos de organismos como los briofitos, los líquenes, algunos anfibios y pequeños mamíferos que no son conspicuos, entre otros organismos, y se desconoce su valor indirecto como proveedores de funciones y servicios ecosistémicos.

En el caso del componente socioeconómico, la forma en que se abordan los impactos típicos depende en gran medida del contexto en que se ubica el proyecto y de la naturaleza de los efectos que se generan sobre los BSE culturales. Existen algunos impactos como generación de empleo, dinamización de la economía local o cambios en el uso del suelo, para los que existe información disponible y herramientas metodológicas que permiten aproximarse a su valor económico a través de técnicas indirectas. Otros impactos como la generación de expectativas pueden ser considerados como internalizable si se realiza la adecuada gestión e implementación de las medidas de manejo, entre ellas, el programa de información y participación comunitaria.

A partir de estas reflexiones surgen algunas recomendaciones para avanzar en el análisis de EEA más rigurosos y consecuentes con las afectaciones generadas sobre los diferentes componentes. En primer lugar, es necesario tener en consideración que los cambios que se dan a nivel individual en algún elemento del ecosistema no deben ser analizados aisladamente; sino que es necesario analizar el conjunto de dinámicas e interrelaciones que afectan a otros elementos ambientales. El enfoque de la EEA en la cuantificación monetaria de BSE es vista por los profesionales de las diferentes áreas como un avance significativo en este aspecto, aunque consideran que existen deficiencias en la información que se requiere para realizar esta caracterización y evaluación.

En segundo lugar, teniendo en cuenta la complejidad de la diversidad, es conveniente que en la EEA se realice un análisis del ecosistema que será afectado, al considerar su composición y estructura para tratar de entender qué especies se afectan e integrar a la evaluación las funciones y los servicios ecosistémicos, que tienen una fuerte relación con las

comunidades. Referente a este aspecto, desde el componente biótico se presentó una propuesta de valoración económica basada en el análisis del ecosistema y en la evaluación de la afectación de especies sensibles por los cambios generados por las actividades de los proyectos de infraestructura y desarrollo.

Finalmente, la evaluación económica de impactos desde un punto de vista socioeconómico merece un especial cuidado, puesto que desde el punto de vista de participación de las comunidades y, en general, de los actores involucrados, no basta la discusión a partir de algo ya identificado. Es importante retomar el conocimiento tradicional desde la misma identificación y formulación de medidas de manejo, para obtener unos indicadores biofísicos y en otros casos monetarios sobre las afectaciones a los recursos. Es en estos escenarios de participación, que las personas declaran sus preferencias y expresan los cambios en sus niveles de bienestar a causa de los impactos que ellos mismos identifican por el emplazamiento de los proyectos, información que no solo revela la dependencia que tienen sobre los recursos naturales; sino que es el punto de partida para su valoración económica.

Referencias

- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2015). *Manual técnico para el uso de herramientas económicas en las diferentes etapas del licenciamiento ambiental*. Bogotá: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Congreso de Colombia (22 de diciembre de 1993). Ley General Ambiental de Colombia [Ley 99], Diario Oficial No. 41.146, Bogotá, Colombia.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 87, 253-260.

- Conesa Fernandez-Vitora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Criado, F. y Barreiro, D. (2005). Evaluación de impacto ambiental y arqueología. En *Actas de las Primeras Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la comunidad de Madrid* (pp. 109-118). Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Cultura y Deportes. Dirección General de Patrimonio Histórico.
- Gavilán, L.P., Grau, J. y Oberhuber, T. (2011). *Valoración económica de la biodiversidad, oportunidades y riesgos*. Madrid: Ecologistas en Acción.
- Glowka, L., Burghenne-Guilmin, F. y Synge, H. (1996). *Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Suiza y Reino Unido: UICN.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2017a). *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción y operación de centrales generadoras de energía hidroeléctrica – Tdr14*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla) (2017b). *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Manual de Compensaciones del Componente Biótico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2017). *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2003). *Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Universidad de los Andes (Uniandes). (2010). *Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos. Documento Técnico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Universidad de los Andes.
- Decreto 1180 de 2003 (10 de mayo), por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 45.185.
- Decreto 1220 de 2005 (21 de abril), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 45.890.
- Decreto 1728 de 2002 (6 de agosto), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental. *Diario Oficial* n.º 44.893.
- Decreto 1753 de 1994 (3 de agosto), Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 41.477.
- Decreto 2041 de 2014 (15 de octubre), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 49.305.
- Decreto 2820 de 2010 (5 de agosto), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 47.792.

- Núñez, I., González Gaudiano, E., y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- Sutherland, W., Adams, W., Aronson, R., Aveling, R., Blackburn, T., Broad, S., Ceballos, G., Côté, I., Cowling, R., Da Fonseca, G., Dinerstein, E., Ferraro, P., Fleishman, E., Gascon, C., Hunter, M., Hutton, J., Kareiva, P., Kuria, A., Macdonald, D., Mackinnon, K., Madgwick, F., Mascia, M., McNeely, J., Milner-Gulland, E., Moon, S., Morley, C., Nelson, S., Osborn, D., Pai, M., Parsons, E., Peck, L., Possingham, H., Prior, S., Pullin, A., Rands, M., Ranganathan, J., Redford, K., Rodriguez, J., Seymour, F., Sobel, J., Sodhi, N., Stott, A., Vance-Borland, K., Watkinson, A. (2009). One hundred questions of important to the conservation of global biological diversity. *Conservation Biology*, 23(3), 557-567.
- United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. Rio de Janeiro: United Nations
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Universidad de los Andes (Uniandes). (2010). *Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos. Documento Técnico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Universidad de los Andes.
- Van Hauwermeiren, S. (1999). *Manual de Economía Ecológica*. Santiago de Chile: Programa de economía ecológica – Instituto de ecología política.

-
- * Ingeniera agrónoma y magíster en Bosques y Conservación Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Coordinadora del componente biótico y de proyectos en la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A. Correo electrónico: eaguilaR@sag-sa.com
- ** Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Especialista en Gestión de la Responsabilidad Social Empresarial de la Universidad Católica Luis Amigó. Gerente de Sostenibilidad y Coordinadora del componente socioeconómico y de proyectos en la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A. Correo electrónico: smontoya@sag-sa.com
- *** Ingeniero civil y magíster en Aprovechamiento en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Coordinador del componente abiótico y de proyectos en la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A. Correo electrónico: rvelez@sag-sa.com



CAPÍTULO 6. REFLEXIONES SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL: PERSPECTIVAS DESDE DIFERENTES ACTORES

MISHELL TATIANA NARANJO VALENZUELA*
LUIS FELIPE RESTREPO GALLEGOS**

Son pocas las reflexiones que se tienen sobre la aplicación de la EEA en Colombia, así como sobre los ejercicios que consideran la opinión de expertos, la declaración de experiencias y el recuento de sucesos históricos en torno a la evolución y ejecución de la misma. En la revisión de la literatura se encuentran solo dos estudios que dan lugar a la reflexión sobre la valoración económica: el primero es una apreciación personal en torno a la valoración económica de los recursos naturales y el medio ambiente, donde se habla de la inadecuada interpretación que se le da al valor de la naturaleza, al desconocer que dicho valor está determinado por la interacción de los elementos que integran los ecosistemas y no por la actividades económicas a las que estos sirven. Es decir, en el ejercicio de estimación del valor de la naturaleza predominan las consideraciones económicas por encima de las variables ecológicas, sociales o éticas (Carbal, 2012). El segundo estudio reúne la opinión de expertos sobre los

costos ambientales con el objetivo de abordar la elaboración de ejercicios de control ambiental conjuntos, articulados institucionalmente, y de promover herramientas de control válidas y uniformes para su aplicación por parte de las entidades competentes en el momento de hacer el debido seguimiento a estos. En las opiniones presentadas en este texto se evidencia que, para lograr una adecuada gestión ambiental es necesario considerar la escasez de recursos naturales y que debe haber sinergia entre las acciones de las instituciones públicas a la hora de actuar y buscar soluciones que atiendan los daños ambientales (Cornare, 2013).

De ahí la necesidad de analizar los diferentes aspectos comprometidos en la elaboración de la EEA, tales como: sus metodologías, la importancia de incluir este tipo de ejercicios en los estudios ambientales, los criterios que exige la autoridad en el momento de otorgar una licencia ambiental, los cambios que se han dado en la materia legislativa que regula este ejercicio en Colombia, los espacios de socialización propiciados al interior de las entidades involucradas, entre otros, a fin de considerar este análisis para proyectar el futuro de la EEA. El objetivo de este capítulo es presentar las distintas visiones que tienen los expertos pertenecientes a los sectores corporativo, público y académico sobre la EEA, profundizar cómo sus opiniones convergen o divergen, a través de la aplicación del análisis de discurso (AD). Este ejercicio es importante porque contribuye a la literatura especializada, puede abrir espacios para discusiones teóricas y metodológicas que mejoren este tipo de ejercicio de valoración.

Realizar un análisis a partir de la opinión de un grupo de expertos es un ejercicio que merece ser abordado por varias razones, una de ellas es presentar la visión e importancia que le confieren al tema tratado los actores involucrados en el proceso de licenciamiento ambiental: la autoridad ambiental, la academia, las firmas desarrolladoras de proyectos y las firmas consultoras. Es importante mostrar las expectativas que tienen los expertos sobre el futuro de la EEA, hacia dónde tiende y qué elementos permiten que mejore como una herramienta para la toma de decisiones. Según las diferentes visiones manifestadas es posible identificar las debilidades que subyacen en el proceso de licenciamiento, con lo que cabe hacer una invitación tanto a las entidades públicas como privadas, incluida la

academia, para que se dispongan al diálogo y participen de manera conjunta en su mejoramiento.

En el siguiente apartado se presenta la metodología del AD, seguida de una caracterización de los expertos entrevistados, de acuerdo con su formación académica y su área de experticia. Luego, se presenta el AD de cada una de las preguntas definidas en la entrevista, para lo que se utilizó el software Atlas ti y las nubes de palabras elaboradas para complementar este análisis. Finalmente, se presentan las conclusiones halladas en el ejercicio de AD.

Metodología

Teoría del análisis de discurso

El discurso se refiere a la forma en que se usa el lenguaje para dejar entrever la construcción mental de quien manifiesta su perspectiva sobre un tema o la manera en que percibe su entorno. Como expresión comunicativa, trasciende del lenguaje oral o escrito y se convierte en una acción lingüística escrita, visual o de comunicación que está determinada por las reglas sociales, normas y convenciones (Wodak y Krzizanowski, 2008). De acuerdo con Urra, Muñoz y Peña (2013), para considerarse como discursos, necesitan de una modalidad oral o escrita (textos), un género como forma de interacción y representación (debate, entrevista); un registro (formal, técnico, coloquial) y un ámbito cultural del lector o audiencia (tecnológico, científico).

Según Santander (2011), los discursos son una práctica que permite tener una lectura de la realidad social, aunque no pueden ser entendidos como espejos que reflejan de forma transparente la realidad, los pensamientos o las intenciones de las personas, porque no están aislados de las condiciones que los determinan y, por tanto, están históricamente localizados, es decir, no son estáticos sino dinámicos. Además, los discursos no son libres de estar afectados por las estructuras institucionales como pueden ser el Estado, las empresas o las universidades. De igual

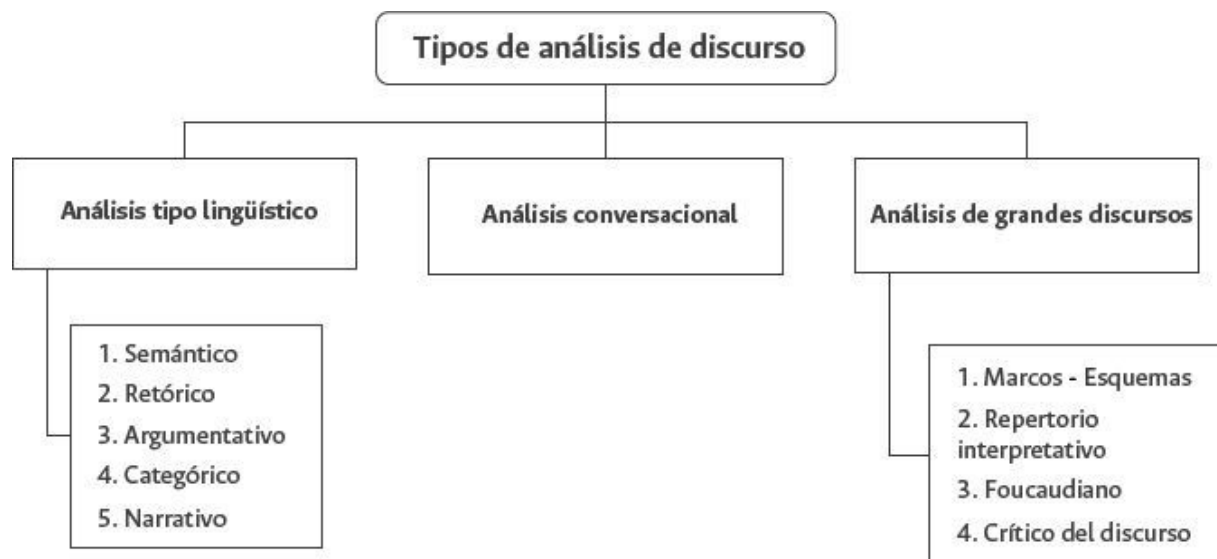
forma, la existencia de relaciones de poder puede privilegiar ciertas formas de actuar sobre otras, que modifican la intención de los discursos.

Para estudiar esta forma de expresión comunicativa se requieren elementos teóricos que faciliten su comprensión, uno de ellos es el AD que emerge de las ciencias sociales y aborda los discursos, al considerar el punto de partida de las ideas, cómo fluyen y qué elementos las acompañan. El analista está interesado en averiguar y explorar cómo fueron creadas inicialmente las ideas y objetos producidos socialmente en los discursos. Así, el AD es un método que permite al investigador hacer un análisis cualitativo de datos a través del estudio sistemático de los efectos constructivos de los discursos (Urra, Muñoz y Peña, 2013).

En la literatura de AD se identifican tres tipos: el análisis Lingüístico, el análisis de grandes discursos y el análisis Conversacional (Ver figura 31). El primero busca encontrar las implicaciones que tiene la forma en que se utilizó el lenguaje a través del análisis de los materiales textuales (sólo escrito) desde sus estructuras gramaticales. Dentro de este, se encuentran los análisis de tipo semántico, retórico, argumentativo, categórico y narrativo. Por su parte, el análisis de grandes discursos viene de la psicología discursiva donde el lenguaje se considera un medio de acción social y no solo un medio de representación. Este tipo de AD, considera los análisis de marcos-esquemas, repertorio interpretativo, Foucaudiano y el análisis crítico del discurso (Sayago, 2014).

El análisis conversacional, elegido en esta investigación, hace referencia al estudio de los registros que ocurren naturalmente en una interacción hablada y el objetivo central es encontrar el significado de la secuencia de la conversación. Wooffit (2006) lo describe como un método que examina la acción social utilizando la evidencia de una interacción, bien sea un audio o video que luego puede ser procesado. De esta forma, las transcripciones surgen como una herramienta que facilita al investigador su trabajo, puesto que puede revisar la información con mayor detalle y le permite hallar características particulares de las interacciones (Urra, Muñoz y Peña, 2013).

Figura 31. Tipos de análisis de discurso



Fuente: Equipo de Evaluación Económica Ambiental SAG, basado en Urra, Muñoz y Peña (2013).

En el AD la información utilizada surge de una entrevista cualitativa que el investigador hace a un grupo selecto de personas y su análisis se realiza a través de la categorización como una forma para homogeneizar el discurso y las opiniones de los entrevistados (Sayago, 2014). En la metodología de entrevista cualitativa, la recolección de información se puede hacer mediante entrevistas estructuradas, semiestructuradas y/o no estructuradas. En ese sentido, la entrevista estructurada consiste en hacer las mismas preguntas a todos los entrevistados con la misma formulación y el mismo orden; mientras que en la entrevista semiestructurada, el entrevistador dispone de un “guion” que establece de antemano el contenido de la entrevista y no la forma de las preguntas. En este caso, se eligió este último tipo de encuesta porque el ejercicio buscaba entender los diferentes puntos de vista; cómo los entrevistados entienden el presente y futuro de la EEA, lo que se pudo lograr más fácilmente a través de una conversación fluida con los entrevistados. Más adelante se procedió a la categorización de la información (Corbetta, 2007).

La categorización es un proceso de clasificación de información objetiva, según las opiniones que plasmen los autores en sus discursos y no puede ser el resultado de las opiniones propias del investigador. Es importante advertir que un mismo fragmento puede ser incluido en más de

una categoría y que la búsqueda puede ser tanto vertical como transversal. El tipo de búsqueda vertical persigue reconocer todas las categorías propuestas presentes en cada discurso; la búsqueda transversal, por su parte, privilegia el reconocimiento de una misma categoría en todos los discursos. A través de la categorización de la información es posible encontrar semejanzas entre las opiniones de los entrevistados y establecer puntos de convergencia alrededor del tema de investigación mientras que los puntos de vista que difieren conducen al investigador a encontrar diferentes perspectivas sobre un tema (Sayago, 2014).

Recolección y análisis de la información

En este capítulo se construyó un análisis conversacional con información primaria recolectada a través de entrevistas cara a cara de tipo cualitativo y semiestructuradas, previamente agendadas, que se realizaron a expertos del sector público, el sector privado y la academia, conforme a las relaciones comerciales entre la empresa SAG y las organizaciones a las que pertenecen quienes participaron del ejercicio. Desde el sector público se contó con la participación de funcionarios del MADS, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y una universidad pública de la ciudad de Medellín. Los expertos del sector corporativo son profesionales en compañías pertenecientes a los sectores Minero – Energético y regulado de prestación de servicios públicos.

En total se realizaron ocho (8) entrevistas semiestructuradas. La información fue recolectada en el periodo comprendido entre el 26 de diciembre de 2017 y el 15 de junio de 2018, de acuerdo con la disponibilidad de tiempo de los expertos en las instalaciones de SAG o en las organizaciones a las que pertenecen los entrevistados. La información se registró mediante una grabadora de audio con previa autorización de los participantes y se les pidió que respondieran abiertamente a cinco (5) preguntas relacionadas con la EEA. Aunque la información obtenida giró en torno a las preguntas planteadas, eventualmente, en medio de las conversaciones, surgieron opiniones relacionadas con los temas de licenciamiento ambiental, las externalidades generadas por los proyectos, la

EEA y, en general, con la valoración de los BSE. Estas opiniones también fueron consideradas dentro del AD para darle mayor robustez al análisis realizado y soportar las ideas planteadas (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Preguntas presentadas a los expertos

Pregunta 1: ¿Por qué considera usted que deben incluirse los análisis de evaluación económica dentro de los procesos de toma de decisiones para los proyectos de desarrollo e infraestructura? Pregunta 2: ¿Cuáles cambios recuerda usted se han dado en Colombia para que se incluya dentro de los estudios ambientales el análisis económico? Pregunta 3: ¿Cómo se pueden mejorar los análisis de valoración económica? Pregunta 4: ¿Cómo ve usted el futuro de los análisis de la evaluación económica ambiental? Pregunta 5: ¿Cómo garantizar que sus resultados sirvan como insumo para la toma de decisiones que favorezcan la provisión de bienes y servicios ambientales?

Para realizar el análisis se transcribieron todas las entrevistas a documentos de Word y, posteriormente, la información se organizó en cuadros de Excel, relacionando cada experto entrevistado, las respuestas a las cinco (5) preguntas estructuradas y las consideraciones o posibles preguntas adicionales que pudieron surgir durante la interacción hablada y que dieron lugar a diferentes puntos de vista. Una vez terminada la sistematización, se construyó el AD, a partir de los resultados que arrojó el software Atlas-ti³⁹; como complemento a este análisis se generaron nubes de palabras que muestran las palabras con mayor frecuencia de repetición en las respuestas de los expertos.

Caracterización de expertos

Perfil profesional de los expertos

En el ejercicio fueron entrevistados ocho (8) expertos en el tema de EEA, de los cuales tres (3) son economistas, dos (2) son ingenieros sanitarios, un ingeniero civil, un ingeniero forestal y un ingeniero químico. La distribución entre economistas e ingenieros es 37,5% y 62,5%, respectivamente. Dos (2) de los expertos entrevistados son mujeres y el

resto son hombres. Así, las expertas representan el 25% de la muestra. En la tabla 33 se relacionan las profesiones, la entidad en la que laboran y los años de experiencia de cada experto.

Tabla 33. Profesión, procedencia y experiencia de los expertos

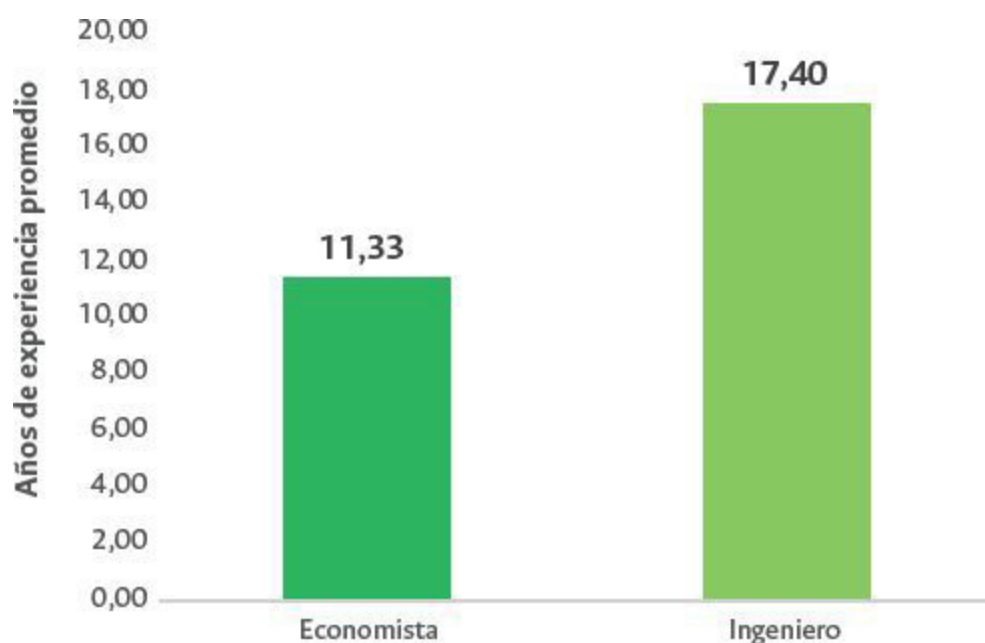
No. Experto	Profesión	Posgrado	Institución	Años de experiencia
1	Economista	Magíster en Política Pública Doctor en Economía Agrícola	Institución pública de educación superior	23
2	Ingeniero químico	Magíster en Economía Magíster en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales	Sector gubernamental	13
3	Economista	Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo	Sector gubernamental	3
4	Economista	Magíster en Economía	Sector gubernamental	8
5	Ingeniero sanitario	Especialista en Sistemas Integrados de Gestión Especialista en Responsabilidad Social Empresarial	Empresa del sector minero	12
6	Ingeniero sanitario	Especialista en Gerencia Ambiental Especialista en Legislación Ambiental	Empresa del sector regulado de servicios públicos	20
7	Ingeniera forestal	Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo	Empresa del sector regulado de servicios públicos	21
8	Ingeniero civil	Magíster en Ingeniería Ambiental Doctor en Ingeniería	Empresa del sector regulado de servicios públicos	21

Se puede ver que los ocho (8) expertos tienen estudios de posgrado. Los expertos tienen en promedio 15,13 años de experiencia; en particular, los economistas cuentan con 11,3 años de experiencia promedio y los ingenieros con 17,4 años de experiencia, respectivamente. La tabla 34 y la figura 32 muestran los años de experiencia promedio de la muestra y de los expertos según el campo profesional al que pertenecen.

Tabla 34. Años de experiencia promedio de los expertos según su profesión

Profesión	Años promedio de experiencia	Promedio de toda la muestra
Economista	11,33	15,13
Ingeniero	17,40	

Figura 32. Años de experiencia promedio de los expertos según campo profesional



Análisis de discurso

A continuación, se presentan los resultados del AD de las opiniones manifestadas por los expertos como respuesta a las cinco (5) preguntas formuladas en la entrevista sobre la EEA. Como complemento a este análisis, se crearon nubes de palabras que se muestran en la figura 33, figura 35, figura 36, figura 37 y figura 38.

¿Por qué considera usted que deben incluirse los análisis de evaluación económica dentro de los procesos de toma de decisiones para los proyectos de desarrollo e infraestructura?

En general, los expertos consideran importante la inclusión de los análisis de EEA en la toma de decisiones para proyectos de infraestructura en etapa de licenciamiento ambiental, ya que permite verificar si hay una asignación eficiente de los recursos naturales, al partir de la premisa de que son escasos. Los resultados de la evaluación otorgan elementos para establecer si se alcanza el criterio de eficiencia y rentabilidad social que busca que la comunidad aledaña al proyecto mejore su bienestar y se cumpla el Principio de Compensación de Kaldor - Hicks⁴⁰. Así, para las inversiones realizadas con recursos públicos, la rentabilidad social es el elemento fundamental que determina la viabilidad de un proyecto.

Por otra parte, la EEA es vista como una herramienta que permite hallar un balance entre los impactos ambientales generados y las estrategias de manejo ambiental diseñadas para hacer frente a estos. Los expertos consideran importante identificar los impactos en fases tempranas del proyecto para internalizarlos de manera oportuna y evitar que se materialicen en el futuro. En el caso en que estos no puedan internalizarse por sus efectos residuales en el ecosistema, pueden ser incluidos en el CAPEX⁴¹ del proyecto. Es importante destacar la visión de un experto que denuncia la percepción que tiene la sociedad en general sobre la gratuidad e infinidad los recursos naturales no renovables; por esta razón, las personas no valoran realmente el recurso que están utilizando y se hace necesario propiciar espacios de socialización con la comunidad.

Los expertos del sector público y la academia hacen énfasis en la asignación eficiente de los recursos desde la visión de la gestión pública, al aludir al criterio de eficiencia social en el cual la rentabilidad social es el elemento que determina la viabilidad de un proyecto, mientras que, en el sector corporativo, los análisis de EEA se conciben como una herramienta para hacer un balance entre impactos negativos y las medidas de manejo que pueden atenderlos.

Figura 33. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 1



¿Cuáles cambios recuerda usted que se han dado en Colombia para que se incluya el análisis económico dentro de los estudios ambientales?

La primera norma identificada por uno de los expertos del sector público es el Artículo 267 de la Constitución Política de 1991. En este se establecen las funciones de la Contraloría General de la República y se estipula que esta entidad debe ejercer control sobre la valoración de costos ambientales. Aunque constitucionalmente se puede decir es el punto de partida de la EEA como responsabilidad del Estado, este experto menciona que, incluso antes de la Constitución de 1991, ya se hacían ejercicios de evaluación económica con un enfoque social y no ambiental, argumentando la falta de acervo de conocimiento técnico en el área de la economía ambiental.

Los expertos también se refieren a la Ley 99 de 1993, momento en el que se empezó a abordar la EEA en Colombia en materia legislativa y mencionan que esta Ley tuvo en cuenta los principios de la Cumbre de Río de Janeiro en 1992. Se refieren al Artículo I (1°) y V como dos componentes de la Ley que comparte los principios de esta Cumbre. El primer Artículo lo asocian con la valoración de costos ambientales y el

segundo en el que se le asigna al Ministerio de Medio Ambiente la responsabilidad de establecer las metodologías para cuantificar dichos costos. La reflexión que resulta detrás de la Ley es que la intención de considerar los costos ambientales está asociada con el cuidado y control de los recursos naturales. Es importante notar que, diez (10) años después de instaurada la Ley, aparece la Resolución 1478 de 2003 en la que se establecen las metodologías para la valoración de los costos ambientales.

El Decreto 2820 de 2010, en el cual se establece la obligación de presentar los análisis de EEA para los proyectos a ser licenciados en el país, es el Acto Administrativo que los expertos identifican como un hito en el tema. Los expertos del sector público agregaron que la instauración del Decreto conllevó a que las empresas ejecutoras de proyectos se cuestionaran sobre cómo realizar este tipo de análisis. Ese mismo año el Ministerio de Medio Ambiente en compañía de la Universidad de los Andes publica el Manual Técnico “Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megaproyectos”, como la primera guía, sin embargo, reconocen que el enfoque del manual era muy teórico y no orientaba de manera precisa. Los expertos del sector corporativo ven en esta guía una recopilación de varias metodologías de las cuales no es claro cuál es la más adecuada a emplear, debido a las diferentes visiones que tienen los múltiples actores como la autoridad y las firmas desarrolladoras de proyectos en cuanto a los impactos generados; más aún cuando no se tuvo un proceso de capacitación e introducción al tema.

También se refieren al Decreto 2041 del 2014 cuando la evaluación económica de impactos se establece como un requisito dentro del EIA y el Daas. Este ratifica la obligación del Decreto 2820 de 2010 y se recopila en el Decreto 1076 del 2015. Posteriormente, el Ministerio de Medio Ambiente y la Anla publican el manual *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licencia ambiental*, bajo la Resolución 1669 de 2017, con el fin de que las entidades involucradas conozcan cómo estos análisis fortalecen la toma de decisiones en el proceso de licenciamiento ambiental.

En general, los expertos comparten la visión de que los cambios normativos en Colombia han sido progresivos y han permitido la inclusión

de la EEA como un insumo en el proceso de licenciamiento ambiental. Además, estos enfatizan en la responsabilidad por parte de la autoridad para mejorar los documentos que las empresas ejecutoras de proyectos utilizan como guías y, a la vez, generar espacios de capacitación y retroalimentación para la difusión oportuna del conocimiento, ya que la evolución en el marco institucional se ha acompañado del desarrollo de la ciencia económica.

En la figura 34 se muestran las leyes, decretos y resoluciones mencionados por los expertos, de acuerdo con los principales cambios dados en Colombia y que guardan relación con la inclusión del análisis económico dentro de los estudios ambientales.

Figura 34. Cambios normativos en Colombia que incluyen los análisis de EEA en los estudios ambientales



Figura 35. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 2



¿Cómo se pueden mejorar los análisis de valoración económica?

Para mejorar los análisis de valoración económica los expertos se refieren a temas de equidad, generación de información, divulgación de los estudios realizados, capacitación y sensibilización a la comunidad y desarrolladores de proyectos. Con relación al tema de la equidad, se sugiere identificar a los ganadores y perdedores por el desarrollo de proyectos de infraestructura y tratar los efectos redistributivos del VPN estimado con criterios ecológicos y socioculturales.

Es importante que el MADS y la Anla, en su capacidad institucional para producir información, generen guías e instrumentos que mejoren los análisis de EEA, debido a que no se tiene un uso claro de la EEA y, por ende, no existe un incentivo real para hacerla bien. Una forma de conferirle importancia al tema es a través de la generación de incentivos y sanciones adecuadas, sin cambiar la normatividad existente, volver públicos todos los estudios y valoraciones realizados en el pasado; además, que esos estudios sean compartidos con la comunidad para generar discusiones y debates sobre si el beneficio social compensa el costo social. Por otro lado, las

técnicas y metodologías de las empresas consultoras deben estar adaptadas acertadamente al contexto de cada proyecto sin perder la simplicidad y facilidad a la hora de interpretar la valoración económica ambiental convencional.

Conforme al papel de la Anla como entidad evaluadora en los procesos licenciamiento ambiental, surge una opinión que sugiere que esta sea la encargada de realizar la EEA de todos los proyectos de infraestructura y de construir una Línea Base Nacional estructurada por regiones que permita medir con exactitud el cambio ambiental generado con la llegada de un proyecto y señale al desarrollador cuánto debe pagar por los impactos generados. Todo esto se apoya en las metodologías de impactos acumulativos y superposición de proyectos.

Tanto la comunidad como la firma promotora deben recibir capacitación y sensibilización orientadas hacia la comprensión de la importancia de la EEA ya que, en muchas ocasiones, ellos tienen la percepción de que los recursos naturales son gratuitos e infinitos. Por tal razón, en el proceso de licenciamiento ambiental debe existir un diálogo conjunto entre la empresa desarrolladora, la consultora ambiental que adelante los estudios y la comunidad que pueda verse afectada por la llegada del proyecto. Esto contribuye a alcanzar convergencias en las visiones de los diferentes actores permitiendo que se unifique y sea más riguroso. Se debe trabajar en capacitar y sensibilizar a la comunidad para entender la importancia y el valor de los recursos naturales, hacer una adecuada gestión sobre el territorio, fortalecer la política pública y generar los incentivos que hagan de la evaluación económica más que un simple requisito legal en el proceso de licenciamiento.

Figura 36. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 3



¿Cómo ve usted el futuro de los análisis de la EEA? ¿Hacia dónde se deben dirigir o hacia dónde van a tender todos estos análisis de valoración económica?

Los expertos entrevistados consideran que en el futuro la EEA puede ser una herramienta que permita determinar si los valores estimados en la etapa previa al licenciamiento son cercanos a los realmente generados por los impactos de los proyectos. En otras palabras, realizar análisis de EEA en etapa de seguimiento de los proyectos para evaluar la precisión de los valores económicos estimados en fases previas y, así, las autoridades tengan mejores elementos para diseñar incentivos y sanciones para las firmas consultoras y desarrolladoras de proyectos. Las evaluaciones ambientales en etapa de seguimiento también pueden indicar si los proyectos de infraestructura y desarrollo han dejado un balance positivo o negativo para el país. Esta opinión fue más generalizada en los representantes del sector corporativo.

Los expertos ven en las temáticas de zonificación ambiental, impactos acumulativos y superposición de proyectos herramientas de apoyo que le

pueden dar mayor rigurosidad a los análisis de EEA para entender la realidad de los ecosistemas en su totalidad y que cada proyecto no sea evaluado de forma aislada; sino desde la sinergia que causan proyectos aledaños existentes.

Figura 37. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 4



Otro elemento común identificado es que hacen alusión a la necesidad de hallar un punto medio donde converjan las visiones e intereses de las autoridades ambientales, las ONG's, firmas consultoras y desarrolladoras de proyectos y la comunidad sobre el valor que tienen los recursos naturales, que, a su vez, permita unificar criterios en la revisión de los análisis de EEA por parte de los funcionarios de la autoridad. Lo anterior se logra capacitando a los funcionarios de las firmas desarrolladoras de proyectos para realizar una adecuada gestión del territorio y darle mayor utilidad a los análisis. La invitación de los expertos a continuar la investigación en el

tema es generalizada desde la academia con cada área del conocimiento (físico, biótico y social), al tiempo que se trabaja interdisciplinariamente. Esto con la finalidad de aclarar la Línea Base y medir el cambio biofísico en los BSE con una metodología clara, además de plantear y analizar otros indicadores más allá del VPN y la relación beneficio costo (RBC). Los expertos coinciden en que los análisis de evaluación económica en Colombia deben tender a ser un instrumento clave para tomar decisiones en torno a la asignación eficiente de los recursos en proyectos de infraestructura.

¿Cómo garantizar que sus resultados sirvan como insumo para la toma de decisiones que favorezcan la provisión de bienes y servicios ambientales?

Para garantizar la adecuada toma de decisiones a partir de los resultados de EEA es necesario que la autoridad ambiental y la academia le den más fuerza al tema. Esto se logra cuando se conocen las limitaciones y los propósitos de la EEA y se garantiza mayor rigurosidad en los análisis de los proyectos de desarrollo que se encuentran en etapa de licenciamiento ambiental. Los técnicos y los funcionarios deben tener un conocimiento integral del contexto y de la realidad de cada proyecto; además de las diferentes técnicas y herramientas metodológicas y cómo se aplican en las diferentes tipologías de proyectos para garantizar una visión de mediano y largo plazo, que sea visto más allá de un compromiso con la autoridad. Si en la etapa de estudios no se internalizan adecuadamente los impactos, en el futuro se van a materializar los costos asociados. Por consiguiente, la EEA es una herramienta útil para realizar una adecuada gestión del territorio y garantizar la provisión de BSE de manera eficiente, en la medida en que se compensen los cambios que se generen sobre el ecosistema.

Figura 38. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 5



Conclusiones

En términos generales, los expertos consideran la EEA como una herramienta útil para determinar la viabilidad ambiental y social de desarrollar un proyecto de infraestructura y como un criterio para la toma de decisiones en la gestión adecuada del territorio y la provisión de BSE. Es de resaltar la visión de los representantes del sector público de que se requiere una asignación eficiente de los recursos naturales, de tal forma que conlleve a mejorar el bienestar de la comunidad vecina al proyecto y, en general, de la sociedad, según las obligaciones que deben cumplirse desde la gestión pública.

Los expertos tienen buenas perspectivas sobre la evolución de los análisis de EEA si se continúa con la investigación académica en nuevas metodologías y en las existentes, si las autoridades plantean los incentivos y/o sanciones pertinentes que posibiliten la elaboración de análisis

fidedignos, si se capacita a los funcionarios de las firmas desarrolladoras de proyectos a la par de los evaluadores de la autoridad y si se incorpora a los análisis las metodologías de impactos acumulativos y superposición de proyectos.

Los análisis de EEA pueden ser empleados para las etapas de seguimiento de los proyectos en el sentido en que servirían para contrastar los valores estimados en la etapa de EIA con los que realmente fueron generados por el emplazamiento del proyecto para determinar si se hizo una adecuada internalización de los impactos, si existe equilibrio entre los programas de manejo y los impactos ambientales y si los proyectos de infraestructura han dejado un balance positivo para el desarrollo del país en términos ambientales y sociales.

Una visión generalizada de los expertos, en especial de los representantes del sector público, es la precariedad de información estadística disponible que dificulta la producción de estudios. No hay correspondencia entre las bases de datos de los distintos sistemas de información de las dependencias y corporaciones gubernamentales, ya que las entidades locales pueden tener datos diferentes a las entidades de orden nacional. Por tanto, es necesario realizar esfuerzos para producir eficazmente la información estadística, unificarla en los diferentes sistemas de información y divulgarla adecuadamente.

Para finalizar este capítulo, vale la pena mencionar la opinión de los expertos cuando se refirieron a este ejercicio que reúne sus apreciaciones. En primer lugar, mencionaron que es importante reflexionar y hacer preguntas sobre la labor que hacen las diferentes entidades en el proceso de licenciamiento ambiental, dado que en algunos no se cumple con el verdadero fin de la EEA. En segundo lugar, es importante empezar a mejorar las herramientas y metodologías existentes, buscar actualizaciones que cada vez se adapten a los contextos reales, indagar por qué se siguen usando estas metodologías y que todas las entidades sean transparentes a la hora cumplir con su labor. Compartir este tipo de experiencias permite que las diferentes instituciones reflexionen y participen de manera conjunta en el mejoramiento de estos análisis.

Referencias

- Carbal, A. (2012). Una reflexión crítica en torno a la valoración económica de los recursos naturales y el medio ambiente. *Saber, Ciencia y Libertad*, 7(2), 125-133.
- Congreso de Colombia (22 de diciembre de 1993). Ley General Ambiental de Colombia [Ley 99], Diario Oficial No. 41.146, Bogotá, Colombia.
- Constitución política de Colombia [Const.] (1991) Artículo 267 [Título X]. 2da Ed. Legis, Bogotá, Colombia.
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw Hill.
- Decreto 2820 de 2010 (5 de agosto), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 47.792.
- Decreto 2041 de 2014 (15 de octubre), por el cual se reglamenta el Título VII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial* n.º 49.305
- Decreto 1076 de 2015 (26 de mayo), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Diario Oficial* n.º 49.523
- Resolución 1478 de 2003 (18 de diciembre), por la cual se establecen las metodologías de valoración de costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. *Diario Oficial* n.º 45.417.
- Resolución 1669 de 2017 (15 de agosto), por la cual se adoptan los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento Equivalente y se adoptan otras determinaciones. *Diario Oficial* n.º 50.335.
- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer el análisis de discurso. *Cinta de Moebio*, 41, 207-224.
- Sayago, S. (2014). El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales.

Cinta de Moebio, 49, 1-10.

Streeten, P. (1959). El Principio de Compensación. *Revista de Economía Política*, X(1), 5-23,

Urra, E. Muñoz, A. y Peña, J. (2013). El análisis del discurso como perspectiva metodológica para investigadores de salud. *Enfermería Universitaria*, 10(2), 50- 57.

Wodak, R. y Krzizanowski M. (2008). *Qualitative discourse analysis in the social science*. Hampshire: Palgrave.

Wooffit, R. (2006). *Origins and Orientations. Conversation analysis and discourse analysis. A comparative and critical introduction*. London: Sage.

* Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Correo electrónico: mtnaranjov@unal.edu.co

** Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y especialista en Finanzas de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: lufrestrepogA@unal.edu.co



CAPÍTULO 7. LA EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

JONATHAN DANIEL GÓMEZ ZAPATA*

El concepto de valor, entendido como la importancia que las personas le otorgan a los bienes y/o servicios que adquieren, es de interés para los economistas, pues a partir de este es posible establecer un comportamiento racional en las decisiones de consumo de los individuos. Se espera que aquellos bienes y/o servicios más valorados sean los que generen mayor satisfacción (utilidad) y, por tanto, adquieran mayor relevancia para la planificación y gestión de un estado de bienestar. Entonces, resulta pertinente hacerse la siguiente pregunta: ¿cuál es el valor económico de los BSE, si se reconoce su influencia en el bienestar de las comunidades?

Actualmente, existe consenso sobre la importancia de conservar, proteger y utilizar racionalmente los recursos naturales que son sustento para la vida de las personas y necesarios para la puesta en marcha de proyectos de infraestructura y desarrollo. Esto no es más que la promoción de un desarrollo sostenible para garantizar condiciones de bienestar, tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Este desarrollo sostenible debe ser acorde con el crecimiento económico, la equidad en la

distribución de los ingresos, las buenas prácticas ambientales y las necesidades de las personas, como respuesta a un proceso de concertación y consenso de los actores presentes en los territorios, es decir, el sector público, los privados y la comunidad en general.

Se evidencia cómo desde el Estado y los privados se está haciendo necesario incluir en los estudios de viabilidad e impacto de los proyectos de desarrollo e infraestructura, los análisis económicos a través de los que es posible medir y expresar en unidades cuantitativas los cambios en el bienestar de las personas por el uso, aprovechamiento y alteración de los BSE presentes en los territorios donde habitan. Para acercarnos a la medición de estos valores económicos, es importante que sean las propias personas impactadas por los proyectos quienes declaren sus preferencias por los recursos naturales en términos de *trade-offs*, es decir, a cuánto están dispuestas a renunciar para disfrutar y adquirir otros bienes y servicios. Sin embargo, hacer estos *trade-offs* no siempre resulta fácil para las personas, debido a que como lo expone Hanemann (2007), la medida de valor es lo que un bien y servicio vale para un individuo y no lo que le cuesta, así, el valor es intrínsecamente subjetivo y contingente.

El valor entonces está asociado también a otros aspectos que van más allá del disfrute directo del bien y servicio, incluye esa carga simbólica y de significado que cada persona le otorga como VNU: el disfrute por tenerlo (existencia), la posibilidad de usarlo hoy o mañana (opción), el interés de conservarlo y que otros también lo puedan disfrutar (legado). La cuantificación monetaria de los VNU, constituye en sí misma un desafío, dado que generalmente no existe un precio de mercado que se pueda extrapolar y, por eso, los economistas deben recurrir a las estrategias metodológicas que incluyen las percepciones de la comunidad (como son las aplicaciones presentadas en los capítulos anteriores de este libro), para lograr calcular el VET de los recursos naturales y, así, generar lineamientos no solo para la discusión teórica y casos de estudio; sino para el diseño e implementación de las políticas públicas ambientales de un territorio.

El interés en la valoración por los bienes de no mercado (como son los ambientales) apareció en los años 60, como parte de una tendencia que buscaba ampliar el alcance de las aplicaciones económicas a las decisiones

de gasto público e inversión del gobierno, así como el manejo de los impactos sobre los BSE en los proyectos infraestructura y desarrollo. De manera que en palabras de Saldarriaga:

Los métodos para la VEI Ambientales se han venido desarrollando en los últimos años, siendo creciente su utilización en la toma de decisiones en la gestión ambiental que deben seguir las diferentes autoridades encargadas del seguimiento, vigilancia y control de los recursos naturales. (Saldarriaga, 2009, p. 4)

Estas valoraciones son el primer paso para aplicar los ABC ya que según los economistas se deben ponderar de un modo sistemático los costos y beneficios de un proyecto, sólo en base a esta ponderación es que se pueden tomar las decisiones de forma racional y objetiva (Van Hauwermeiren, 1999). De este modo, se busca que las decisiones estén basadas en el uso adecuado de los recursos naturales y en lo más beneficioso para la sociedad, al dejar de lado la influencia de fuerzas políticas o grupos de presión. Este análisis permite la estimación de indicadores económicos, como son la R y los análisis de sensibilidad, cuyo principal objetivo es propiciar información para la rentabilidad, viabilidad y sostenibilidad de un proyecto.

Fotografía 5. Aplicación de un ejercicio de EEA



En este sentido, la EEA adquiere relevancia como el proceso que permite medir en términos monetarios, a través de diversas metodologías de VEI, los efectos y cambios positivos y negativos que un proyecto genera en los BSE, analizar a partir de indicadores económicos la relación entre dichos impactos, el bienestar social, ambiental y económico de las comunidades donde se emplazan (Dixon y Pagiola, 1998). Los procedimientos de valoración económica, expuestos en capítulos anteriores, se realizan partiendo de la identificación y medición del cambio en la calidad ambiental, por tanto, es necesaria la recolección de información técnica y económica que permita modelar y adelantar una estrategia de cuantificación monetaria (internalización del impacto o su valoración económica) de los impactos del proyecto. La EEA se ha convertido en una herramienta fundamental para la toma de decisiones sobre la viabilidad de los proyectos y apoya la gestión del sector público en la conservación, uso y manejo de los recursos naturales.

A continuación, se presentarán dos apartados. En el primero, se expone la relación entre la EEA y el desarrollo económico sostenible. En el

segundo, se presentan algunas reflexiones sobre la tendencia y escenarios futuros de los análisis de EEA. Estas ideas se presentan a manera de conclusión, en tanto fueron desarrollados en los capítulos previos que conforman este libro: los constructos teóricos, las aplicaciones empíricas y el análisis prospectivo a través de la opinión de expertos.

Relación entre desarrollo, sostenibilidad y evaluación económica

Décadas atrás los gobiernos nacionales se centraron en obtener mejores indicadores macroeconómicos, lo que consistió en aumentar la productividad, generar mayor empleo y controlar las variaciones en los niveles de los precios de los bienes y servicios transados en el mercado, con lo que buscaban ser competitivos y posicionarse a nivel nacional y, en algunos casos, a nivel internacional (por ejemplo, en Colombia esto se hizo con la producción de café, banano, flores, entre otros). Esta visión se conoce como crecimiento económico y, aunque algunos países han alcanzado importantes incrementos en los ingresos nacionales, esto no siempre genera una transformación en los territorios, aporta a la redistribución de la renta ni mejora las condiciones y calidad de vida de toda la población. Como puede verse en los países en vía de desarrollo, aunque han experimentado alguna bonanza productiva en su historia, las condiciones de bienestar social aún no son plenas. Algo faltó en este diseño, probablemente la consideración de otros aspectos: sociales, ambientales, culturales, históricos, entre otros. A esto se suma la interrelación entre ellos y las particularidades de los contextos en los que estos modelos se estaban implementando.

Nace entonces una nueva visión que se conoce como desarrollo económico y que busca transcender el crecimiento, en palabras de Jacobs (1996, p.127): “el desarrollo implica algo más amplio, una noción de bienestar económico que reconoce componentes no monetarios”. Estos componentes no monetarios hacen referencia a la calidad medio ambiental, al estado de salud de la gente y a su nivel de educación, a la calidad del

trabajo, a la existencia de comunidades cohesionadas, a la intensidad de la vida cultural, entre otros. Factores que no son fácilmente capturados por el crecimiento, por ejemplo, en el caso de la calidad de los recursos naturales y de los BSE, es evidente que el ingreso nacional no registra los niveles de contaminación ni la belleza de los paisajes naturales, que afectan nuestro bienestar.

A partir de este razonamiento se entenderá el desarrollo económico como un proceso de crecimiento y cambio estructural basado en las iniciativas y conocimientos de los habitantes y en el aprovechamiento sostenible de los recursos disponibles y potenciales en el territorio, con el fin de construir las capacidades institucionales y productivas, que conduzcan a satisfacer las necesidades y mejorar el bienestar de la población. Al entender que el territorio no es solo un soporte físico de los objetos, actividades y procesos económicos, sino que es un agente de transformación económica, social, ambiental y cultural (Alburquerque, 1994; Boisier, 2003; Caicedo, 2008 y Clark, Huxley y Mountford, 2012). Así, el desarrollo “es una estrategia al servicio del individuo y su promoción la realizan las autoridades locales, el sector privado y la comunidad en general” (Castillo 2006, p. 105).

En el proceso de desarrollo económico es importante que los habitantes de los territorios reconozcan sus características específicas: los recursos naturales que poseen, la infraestructura existente, la estructura productiva, el mercado laboral, la capacidad de crear empresas y utilizar nuevas tecnologías, el sistema de crédito, la organización del sistema social y político, la cultura, costumbres, tradiciones y patrimonio. Estos aspectos se presentan de forma única y permiten diferenciar oportunidades y debilidades en cada uno de ellos, al convertirse en la base y sustento sobre las que se articula el proceso de desarrollo (Alburquerque, 1994; Vázquez-Barquero, 2000). Por tanto, para que el desarrollo tenga el impacto esperado, debe entenderse que este es un proceso complejo de concertación entre los diferentes agentes económicos que interactúan dentro de un determinado territorio con el propósito de impulsar un proyecto común y que debe ser coherente con las necesidades y potencialidades de los

recursos disponibles y las comunidades, es decir, debe ser un proceso sostenible (Gómez-Zapata, 2015).

El concepto de sostenibilidad data de finales de la década de los años ochenta y se sustenta en mejorar las condiciones de vida de la población, al utilizar de forma adecuada y cuidadosa la diversidad de los BSE (capital natural), conservar y transmitir las manifestaciones, tradiciones y activos culturales (capital cultural) que posee un territorio, disponible no solo para las generaciones presentes; sino también para las futuras (Throsby, 2001; Gudynas, 2003). Es decir, el desarrollo territorial debe presentarse como un proceso armonioso y continuo que garantice la vitalidad de la naturaleza y de la cultura de la civilización humana. Como sociedad no podemos permitir que el capital natural y cultural se deteriore gestionándolo según intereses particulares; sino que esto ha de hacerse siguiendo el principio de equidad intergeneracional y eficiencia dinámica⁴² (Espinal, 2009). Esta es la razón por la que las políticas y programas de transformación social y desarrollo económico territorial deben incluir el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales y los BSE.

Es entonces clave conocer el valor que le otorga la sociedad a los recursos naturales y a los BSE para definir, formular e implementar acertadamente políticas sobre su administración y conservación, a fin de ubicarlos en una escala de importancia para su uso y consumo actual y futuro. Su correcta valoración es determinante para el éxito de las iniciativas de los procesos de desarrollo económico sostenible (Albuquerque, 2004), toda vez que se tiene información para el reconocimiento no solo ambiental; sino también social, económico y cultural de los mismos.

Es de resaltar que, hasta la mitad del siglo XX, la cuantificación monetaria de los recursos naturales y los BSE ha llamado la atención de los economistas, principalmente porque se reconoce que tienen impacto en el bienestar social; además, debido a sus características de bienes públicos⁴³ constituyen argumentos legítimos para el apoyo o gestión por parte de las administraciones públicas y para su inclusión dentro de las políticas de desarrollo. Sin embargo, no siempre resulta fácil realizar la estimación de su valor económico, debido a que: primero, no se puede establecer derechos

de propiedad que permitan su comercialización en el mercado. Segundo, algunos beneficios asociados a su consumo como bien intangible no son comercializables, aun cuando existe una voluntad de pago por ellos (Espinal, 2010).

Para sortear estas limitaciones, dentro de la Economía Ambiental se ha obtenido importantes avances en la construcción de metodologías que permitan calcular el valor económico de los BSE. El interés en estos métodos se centra en la estimación del VET, que incluya no sólo los valores de uso (como es el disfrute de las actividades y servicios directos); sino también los VNU (valor simbólico, valor histórico, valor social, valor estético, valor espiritual, valor educativo y la experiencia compartida) (Throsby, 2001), no capturados en las transacciones del mercado privado. Estas fuentes de valor dan lugar a la demanda por la conservación y preservación de los recursos naturales, expresada como la disponibilidad individual a pagar, por ejemplo, a través de impuestos, tarifas de entrada, cuotas, membresías, entre otros.

La obtención de un valor monetario que refleje o indique la importancia que los individuos le conceden a la existencia de los bienes ambientales y a los servicios que ofrecen, se convierte en herramienta clave para la adecuada gestión, ya que si los bienes no poseen ningún valor expresado en dinero suelen ser infravalorados y, posteriormente, esta falta de valoración puede llevar al deterioro. La obtención de este valor económico supone la realización de estudios que revelen el beneficio real que obtiene la sociedad por su existencia, la posibilidad de disfrutar sus servicios y legarlos a las generaciones futuras. Para ello, resulta útil la aplicación de las técnicas de valoración económica como se ha expuesto en capítulos anteriores dentro de este libro; los datos obtenidos en estos ejercicios de valoración económica apoyan la toma de decisiones sobre la viabilidad de un proyecto de infraestructura y desarrollo. Estos también aportan a la disposición de una política de sostenibilidad y a la generación de sus indicadores, al alinearse con los estándares internacionales, como son los programas de: Objetivo del Desarrollo Sostenible, Principios de Ecuador, Pacto Global, entre otros.

La información sobre la cuantificación monetaria de los BSE se convierte en un argumento para el Estado, en su tarea de inversor, gestor y propulsor de proyectos de desarrollo y su relación con los agentes privados que en ocasiones los ejecutan, de ahí la importancia de llevar a cabo estas mediciones desde un enfoque interdisciplinar. Obtener estas valoraciones permite que se revelen las preferencias e importancia que le conceden las personas a los recursos naturales de su territorio, información útil y necesaria para la adecuada formulación, diseño, implementación y gestión de políticas públicas a favor de un equilibrio social, económico y ambiental. En este sentido, se reconoce que la EEA, en la que se involucran diferentes metodologías de valoración de bienes de no mercado, es un instrumento para el desarrollo sostenible, ya que permite: primero, la cohesión entre el sector público, la empresa privada y la comunidad en general en el establecimiento de los objetivos ambientales. Segundo, influye en la reorganización de los recursos para el desarrollo de actividades económicas. Tercero, garantiza la puesta en marcha de estrategias de manejo sobre el uso y conservación de los recursos naturales y los BSE, tanto para las generaciones presentes como las futuras.

Reflexiones y prospectivas sobre la EEA

En el apartado anterior se expusieron algunas razones que evidencian la importancia de la EEA para la toma de decisiones que soporten el desarrollo sostenible. A continuación, se exponen algunas reflexiones como resultado del desarrollo de este libro y de la experiencia en los últimos años dentro de este campo de estudio. El objetivo es plantear algunas ideas a manera de conclusión sobre hacia dónde va la EEA, sus desafíos y las posibilidades de trabajos futuros.

Actualmente los análisis de EEA están tomando mayor importancia en la elaboración y presentación de los estudios requeridos para la construcción y operación de los proyectos de infraestructura y desarrollo como son: vías, centrales hidroeléctricas, líneas de transmisión, puertos y aeropuertos, parques solares y eólicos, proyectos de explotación de

minerales y materiales aluviales, entre otros. Pasa de ser un elemento protocolario a una herramienta de decisión sobre la viabilidad y sostenibilidad de estos proyectos, así como para el monitoreo y seguimiento de los impactos ambientales que de ellos se derivan. Esta es una de las razones por las que la economía ambiental, a través del uso y aplicación de las diferentes metodologías de VEI, tiene mucho que ofrecer en términos de los diagnósticos y procesos de gestión, conservación y protección de los recursos naturales y los BSE.

Las autoridades ambientales en Colombia han venido ajustando su normatividad como respuesta a las necesidades de la sociedad y del entorno, de proveer mayor información sobre el valor económico que tienen los recursos naturales y los BSE impactados por los proyectos de infraestructura y desarrollo. Uno de los cambios más significativos es la obligatoriedad de incluir la VEI en el proceso de evaluación, que se vuelve necesaria para el otorgamiento de Licencias Ambientales y su posterior seguimiento, con el objetivo de garantizar el control de los impactos y la buena gestión de los recursos naturales (bienes comunes) por parte de los dueños del proyecto. Junto a esto, la determinación de elementos metodológicos que permiten un análisis puntual en función de las características y comportamientos de estos bienes y servicios ambientales, por ejemplo, la definición de la tasa de descuento para el licenciamiento ambiental (TAD). Esto consolida una directriz que acota con mayor finura el resultado de la valoración económica de los impactos ambientales, sociales y económicos generados por un proyecto de desarrollo e infraestructura.

Otro efecto de esta consolidación del marco legal y de la promoción de manuales técnicos para la aplicación de los métodos de VEI es la conformación de grupos técnicos conocedores del tema, tanto dentro de los equipos de las autoridades ambientales como en los centros de investigación de las universidades, en las consultoras que asesoran y realizan los estudios ambientales y en las empresas dueñas de los proyectos. Esto ha permitido un diálogo más fluido y preciso entre las instituciones, así como la consolidación de los esquemas para el desarrollo y presentación de los análisis de EEA, donde se empieza a obtener información técnica que

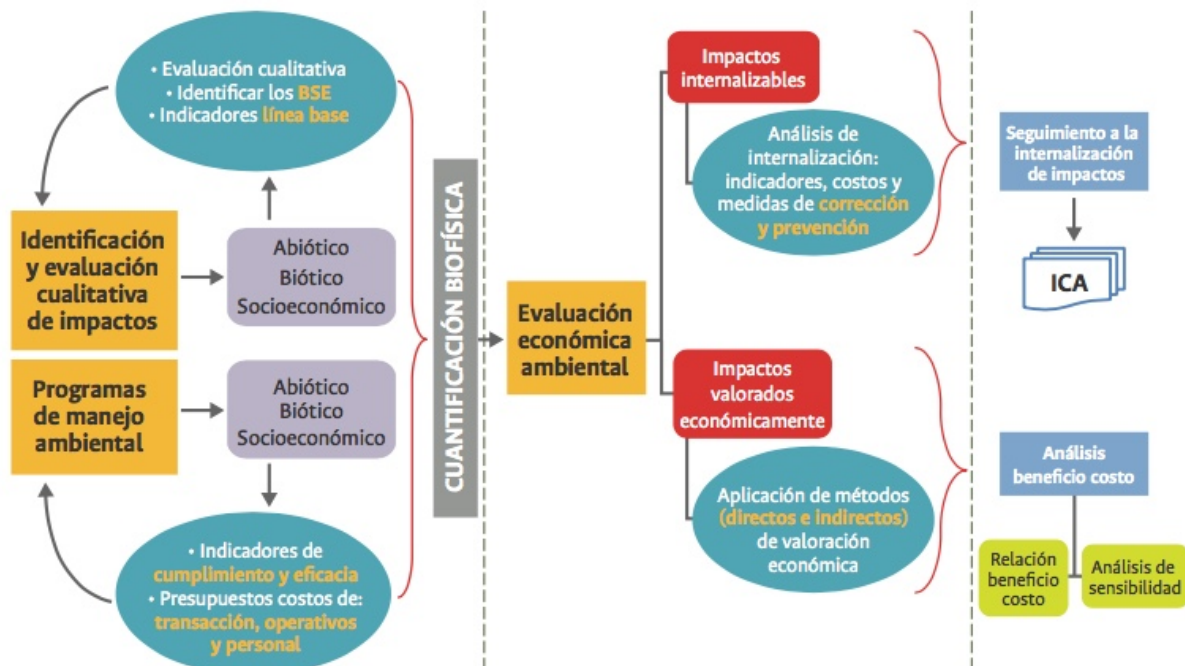
permite comprender la realidad de los diferentes proyectos y los contextos en donde se localizan. La estandarización en la elaboración y revisión de estos informes permite, además, que todos los actores involucrados (*stakeholders*) estén bajo los mismos lineamientos, al hacer posible la construcción de un banco de datos sobre valoración de los recursos naturales y los BSE en el país; de ahí la importancia de acogerlos, así como poder realizar análisis y estudios de política comparada que sirvan de referencia a toda la región.

La clasificación, propuesta en los Manuales Técnicos de la autoridad ambiental, en impactos internalizables y no internalizables permite una mejor aplicación de la lógica del ABC con que se evalúa y toman decisiones sobre la viabilidad, contribución social, ambiental y económica de los proyectos de infraestructura y desarrollo. Esto implica desarrollar el análisis de internalización para aquellos impactos que pueden ser prevenidos y controlados efectivamente a través de sus estrategias de manejo; además, los impactos que no cumplen con esta condición deben someterse a la estimación y cuantificación monetaria; es decir, a la obtención del valor económico, a través de la aplicación de técnicas indirectas y directas, para los costos y beneficios ambientales. Esto abre todo un abanico de posibilidades para implementar los métodos de valoración económica como se ha expuesto ya en otros capítulos de este libro. Más allá de la aplicabilidad, es un escenario propicio para el diálogo constante entre la academia, el Estado y las empresas privadas, en función de buscar soluciones efectivas y eficaces que apunten a un desarrollo sostenible en el territorio; es así, como en la figura 39 se presenta una propuesta sobre la forma como debe abordarse integralmente la EEA en los Estudios Ambientales.

Al analizarse los Estudios Ambientales realizados en los últimos años es posible inferir que los procesos de VEI, como parte de la EEA, tiende al uso y aplicación de métodos que involucren la declaración o revelación de las preferencias de las personas por la conservación y manejo de los recursos naturales y los BSE; cumpliéndose el principio de soberanía consumidor, ya que nadie mejor que los propios usuarios o beneficiarios de estos bienes para asignarles el valor económico. Por tanto, dichas técnicas proveen

información relevante para la planificación y puesta en marcha de un proceso de desarrollo sostenible en el territorio. El desafío está en que las estrategias de información y convocatoria comunitaria sean efectivas para garantizar la participación de líderes e institucionales, así como proponer un ejercicio dinámico y lúdico que permita una mejor comprensión de la valoración, de acuerdo con cada uno de los públicos. De lo contrario, los resultados podrían no ser válidos e influir negativamente en la toma de decisiones.

Figura 39. Esquema para el desarrollo de la EEA en los Estudios Ambientales



En este mismo sentido, debido a la complejidad metodológica de la aplicación de algunos métodos directos de valoración económica, es importante tener en cuenta el carácter experimental de estos ejercicios que constituyen un primer acercamiento a la utilización de técnicas e instrumentos ampliamente validados por la academia, pero en menor medida explotados por las empresas consultoras. Por tanto, es un elemento

de innovación dentro de los estudios ambientales, que además deben ser adaptados a las condiciones del contexto donde se aplican con el fin de obtener resultados concluyentes sobre el VET de los impactos por un proyecto, obra o actividad que requiere Licenciamiento Ambiental. La realidad es que en su mayoría estos proyectos se desarrollan en zonas aisladas y rurales, donde la presencia del Estado puede muy débil. Por consiguiente, es de suma importancia incluir a las comunidades, de forma que la EEA sea para ellos un proceso de consenso cuyos resultados son más precisos y acordes a su entorno, para facilitar no solo la toma de decisiones, sino evidenciar que es necesario una mayor intervención y atención por parte del Gobierno y de las empresas privadas (como otro actor que hace presencia en el territorio con el que se pueden generar alianzas), que hacen uso de los recursos naturales y de los BSE que estas comunidades disfrutaban y poseen.

Es por esto que la EEA se convierte en un instrumento insoslayable para la planificación, administración y puesta en marcha de las políticas ambientales, resultado de la interacción entre los agentes públicos y privados, en función de buscar la mayor rentabilidad en sus proyectos; pero también al mejorar el bienestar social de las comunidades que se localizan en el territorio. Es decir, que estos ejercicios tienden a ser un lugar de encuentro entre la academia, el Estado y la comunidad en general, no solo para la toma de decisiones; sino para la identificación de las acciones a implementar para atender las prioridades de las comunidades, que se enfrentan a experimentar un *trade-offs* por la presencia del proyecto de infraestructura y desarrollo en su territorio. Así se puede hablar de un proceso de desarrollo económico acorde a las necesidades del contexto, de forma sostenible y sustentable, cuyas externalidades positivas tengan mayor trascendencia que los mismos costos ambientales en los que inevitablemente se incurre.

Ese coste de oportunidad al que se enfrentan las comunidades: cuánto renunciar de su capital natural para obtener un desarrollo económico expresado en la dinamización de bienes y servicios en mejores condiciones y calidad de vida, debe verse reflejado en los indicadores económicos producto de la evaluación económica como son: la RBC, la prueba de VPN

y los análisis de sensibilidad. Estos indicadores permiten evaluar la pertinencia de los proyectos, así como considerar anticipadamente imprevistos que se pueden dar en el proceso de construcción y operación por diferentes causas: desastres naturales, mala gestión de los recursos, alteraciones de orden público, cambio en los hábitos sociales y culturales, incumplimiento en el cronograma de trabajo, entre otros. Por tanto, los dueños y gestores de los proyectos, al considerarlos, podrán propender por situaciones de equilibrio que propicien estados de bienestar en el sentido de Pareto, es decir, que no se afecten las condiciones de la población a causa de la ejecución del proyecto. De igual forma, facilita a los entes de control la supervisión y monitoreo sobre los impactos. De ahí, la importancia de que la aplicación de la EEA, por parte de los investigadores y consultores se haga de forma consciente y rigurosa.

Esto implica que los economistas encargados de generar los indicadores ya mencionados tengan cada vez mayor rigurosidad y mantengan una posición neutra frente a los intereses de los inversionistas y dueños de los proyectos, al reportar en sus informes los resultados verídicos obtenidos de la evaluación económica. No siempre lo más conveniente para el bienestar ambiental, social y económico de las comunidades está relacionado con el desarrollo de los proyectos de infraestructura. Este es entonces el compromiso de los profesionales, que apliquen las técnicas adecuadas, involucren a las personas y realicen los análisis de acuerdo a las especificidades del entorno. Hoy en día es un error pensar que la EEA se realiza solo desde un escritorio; el contacto con la gente, el territorio y el trabajo interdisciplinar son necesarios para alcanzar este objetivo.

Los resultados de la EEA deben ser útiles entonces para la administración eficiente de los recursos naturales; la formulación y puesta en ejecución de estrategias de manejo con las que se busca prevenir, mitigar y/o controlar los impactos sobre los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos del territorio; la contabilidad en las cuentas ambientales nacionales; la participación y concertación para el uso y disfrute de los bienes y recursos ambientales por parte de todos los grupos interés; la promulgación de una política ambiental; la aplicación de los instrumentos económicos en los prototipos ambientales; legitimar las acciones del Estado

y de los privados en contextos donde las poblaciones presentan mayores necesidades básicas insatisfechas, entre otros.

Para finalizar, los trabajos recopilados en este libro abren una puerta para el estudio sobre cómo debe ser el monitoreo y seguimiento de la evaluación económica de los recursos naturales y de los BSE valorados. Para esto quizás resulte apropiado construir un observatorio tanto a nivel local (país) como regional (América Latina), donde se puedan realizar estudios comparados en la medida que permita estimar las externalidades y la implementación de estrategias de manejo ambiental, al compartir experiencias exitosas y ser un referente. Para ello es necesaria la articulación entre academia, Estado y sector privado, a través del desarrollo legítimo de este tipo de ejercicios de evaluación económica y, por tanto, las discusiones teóricas, las aplicaciones metodológicas y la recolección de opiniones de expertos que se presentan en este libro le apuntan a ese propósito.

Referencias

- Albuquerque, F. (1994). Metodología para el desarrollo económico local. En J. Del Castillo, *Manual de Desarrollo Local. Series de Estudios de Economía* Núm. 11 (pp.313–326). Vitoria: Departamento de Economía y Hacienda del Gobierno Vasco.
- Albuquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina. *Revista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 82, 157-171.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). (2018). *Guía para la definición de la Tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia*, Bogotá: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Boisier, S. (2003, agosto). *Desarrollo regional e internacionalización de las regiones*. Ponencia presentada en en el II Encuentro Nacional de Profesiones Internacionales: “La Internacionalización de las

Regiones Colombianas”, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

- Caicedo, C. (2008). *Políticas e instituciones para el desarrollo económico territorial en América Latina y el Caribe. El caso de Colombia. Serie Desarrollo Territorial No. 3*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES).
- Castillo, P. (2006). El desarrollo local en la gestión municipal, *Ciencias Sociales Online*, 3(1), 103-114.
- Clark, G., Huxley, J. y Mountford, D. (2012). *La economía local la función de las agencias de desarrollo. Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva*. Caracas: Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Dixon, J. y Pagiola, S. (1998). Análisis económico y Evaluación Ambiental. *Environmental Assessment Sourcebook Update*, 23, 1-17.
- Espinal, N. (2009). *Proyecto de Investigación “Valoración Económica de los bienes de no mercado relacionados con el patrimonio cultural. El caso del Museo de Antioquia”*. Dirección de Investigación Sede Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Espinal, N. (2010, junio). *Economic Assessment of the Museum of Antioquia*. Ponencia presentada en la *16th International Conference on Cultural Economics*. Copenhagen, Dinamarca.
- Gómez-Zapata, J.D. (2015). La cultura en el desarrollo económico local: una aplicación en el Museo de Antioquia (Medellín, Colombia). *Revista Proyección*, 9(18), 95-117.
- Gudynas, E. (2003). *Ecología, Economía, y Ética del Desarrollo Sostenible*. Quito: Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS) y Ediciones ABYA-YALA.
- Hanemann, M. (2007, septiembre). *The concept of value in economics*. Conferencia presentada en el European Forest Institute Conference,

Warsaw, Polonia.

Jacobs, M. (1996). *La Economía Verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. Barcelona: Icaria Fuhem.

Saldarriaga, G. (2009). *Evaluación Económica del Impacto Ambiental*. Bogotá: Escuela de Ciencias Administrativas, Contables Económicas y de Negocios. Universidad Nacional Abierta y A Distancia.

Throsby, D. (2001). *Economics and Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.

Van Hauwermeiren, S. (1999). *Manual de Economía Ecológica*. Santiago de Chile: Programa de Economía Ecológica-Instituto de Ecología Política.

Vázquez-Barquero, A. (2000). *Desarrollo económico local y descentralización: aproximación a un marco conceptual*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

* Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; magíster en Estudios Latinoamericanos, mención Economía, de la Universidad de Salamanca (España) y estudiante del doctorado en Economía de la Universidad de Valladolid (España). Correo electrónico: jdgomezz@unal.edu.co

-
1. Corresponde a una traducción del inglés realizada por el autor. La cita original es: “the use of existing data or information in settings other than for what it was originally collected”.
 2. En economía, se refiere a la cantidad de un bien que una persona está dispuesta a dejar de consumir para poder consumir otro.
 3. De acuerdo con el MADS (2018), la valoración económica de bienes y servicios ambientales puede ser utilizada para: i) la planificación y ordenamiento del territorio, ii) la gestión del conocimiento e información y iii) la administración del ambiente y los recursos naturales. Este capítulo busca ser una herramienta, principalmente, para la generación de información que se debe presentar ante las autoridades ambientales.
 4. Corresponde a una traducción del inglés realizada por la autora. La cita original es: “eight hats and eight pairs of shoes or six hats and ____ pairs of shoes”.
 5. Snowball (2008) presenta una guía detallada sobre los aspectos que se deben tener en cuenta en la elaboración de encuestas apropiadas y en el planteamiento del escenario hipotético requerido para que los entrevistados entiendan las modificaciones que generará la intervención que se está evaluando, y así lograr que sus respuestas se acerquen a los resultados en un mercado real.
 6. Se consultaron publicaciones en inglés de teóricos importantes en la economía ambiental en Science Direct, Scopus y EconLit.
 7. Si se tiene en cuenta que se entrevistaron 130 personas en las comunidades del AID y solo 19 profesionales expertos, tenía sentido tomar en cuenta las características más relevantes del primer grupo para establecer los valores de las monedas, porque este se aproximaría a la media obtenida si se utilizara, por ejemplo, un formato de pregunta abierta en un método de preferencias declaradas tradicional.
 8. Datos de 2015 tomados del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE).
 9. Para Aristóteles, por ejemplo, el valor era intrínseco al propósito natural del bien, al uso que se le da. Mientras que, para los humanistas italianos, el valor reflejaba una preferencia humana, más que la satisfacción de una necesidad (Hanemann, 2007).
 10. Corresponde a una traducción del inglés realizada por el autor. La cita original es: “(...) more research on benchmarking stated satisfaction to psychological or neurological measures of well-being”.
 11. En Osorio y Correa (2009) se presenta el modelo cuando el interés radica en la DAA por una pérdida en las condiciones de oferta del BSE a valorar.
 12. Nótese que, en el componente determinístico de utilidad en el escenario de cambio, se descuenta el monto de pago de los ingresos del individuo y, por ende, las diferencias observables de utilidad se generan no solo por la afectación en la calidad del bien, sino también por diferencias en el ingreso disponible.
 13. Existen otras formas funcionales para la utilidad indirecta como es el caso de la forma semilogarítmica. Para el desarrollo de modelo con esta forma funcional véase: Osorio y Correa (2009).
 14. En Riera (1994), Kristom y Riera (1997) y Mendieta (2005) se presentan en profundidad los diferentes formatos de pregunta, así como las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.

15. Para efecto de la valoración económica, entendemos por paisaje todos los elementos observables que configuran el entorno visual de un territorio y que es el resultado, en términos visuales y estéticos, de la interacción de los factores climáticos, de relieve, agua, suelo, flora y fauna naturales y de las acciones antrópicas (Sayadi, González y Calatrava-Requena, 2004). La construcción de una línea de transmisión aérea introduce cambios permanentes sobre el paisaje, como torres y cables, lo que afecta el nivel de utilidad que obtienen los individuos por el disfrute de este elemento ambiental.
16. Considerando que el escenario real es la construcción de la línea aérea con la afectación sobre el paisaje, podría haberse indagado a los entrevistados por una cantidad monetaria que estén DAA para mantener constantes su nivel de bienestar. Sin embargo, teniendo en cuenta que gran parte del proyecto se ubica en territorios donde la población tiene ingresos bajos y necesidades insatisfechas, se consideró altamente probable que las personas aceptaran cualquier cantidad monetaria que se propusiera, lo que habría sesgado los resultados del estudio.
17. El escenario hipotético fue modificado con respecto al empleado en el estudio inicial para mantener el anonimato del estudio.
18. En el estudio original se presentan los resultados en NOK (Coronas Noruegas) y se especifica una tasa de cambio de $1\text{NOK}=0,12\text{€}$. Esta ha sido utilizada para encontrar este valor.
19. El cuestionario puede ser solicitado a los autores por correo electrónico.
20. Para garantizar la anonimidad del proyecto en esta aplicación no se reportan las unidades territoriales.
21. Los valores corresponden al SMMLV para 2017 que fue de \$ 737.717.
22. La Curva ROC es una representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad para un sistema clasificador binario según se varía el umbral de discriminación (Cameron y Trivedi, 2005). Para evaluar la capacidad de clasificación de un modelo es deseable que el área bajo la curva ROC sea cercano a 1.
23. Para este ejercicio se utilizó la TSD del 12%, vigente para el año en que se realizó el estudio ambiental. Sin embargo, para finales de 2018 la Anla publicó la *Guía para la definición de la Tasa de Descuento*, donde presenta la Tasa de Descuento Ambiental (TAD), que a partir de esta publicación debe incluirse en los análisis de EEA de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental en Colombia. Esta TAD oscila entre el 2% y 5%.
24. Estos axiomas implican que el consumidor percibirá una mayor utilidad siempre que reciba una mayor cantidad de un bien que valora, sin llegar a un punto de saciedad.
25. Hace referencia a individuos con distintas características o rasgos socioeconómicos; es decir, personas con distinto nivel de educación, nivel de ingreso, profesiones, entre otros; a medida que existan más diferencias entre los individuos, mayor será el nivel de heterogeneidad del grupo de expertos.
26. Un resumen más detallado de este proceso puede encontrarse en el capítulo 1 del presente libro.
27. Disponible mediante solicitud escrita a los autores.
28. ISO9001 (2000) *Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Recuperado de http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/106579/mod_resource/content/0/ISO%209001-2000%20%28ESP%29.pdf

29. Con el fin de mantener la anonimidad del estudio, la información aquí presentada corresponde a un breve resumen del proceso de recolección y análisis de la información secundaria necesaria para el cálculo del valor *pívor*.
30. El análisis de este supuesto metodológico constituye una oportunidad para que el debate académico y científico lleve a la perfección y mejoramiento del método en sus futuras aplicaciones, sin embargo, en este apartado seguimos las consideraciones técnicas que componen el método.
31. “La dehesa es un sistema agroforestal que presenta la característica peculiar de ser, para una parte significativa de sus propietarios, una inversión de bajo riesgo que, simultáneamente, les ofrece un conjunto de servicios ambientales para el propio autoconsumo” (Campos y Lorente, 2003, p.1).
32. En el “Delphi modificado” se suelen realizar dos rondas para evitar que el ejercicio se convierta en una tarea larga y costosa para ambas partes (investigador y expertos) y que se reduzcan la tasa de respuesta y el interés de los expertos a medida que se extiende el ejercicio (Almenara, 2014).
33. Los resultados de este apartado están relacionados con la Práctica Académica Especial realizada por Mishell Tatiana Naranjo Valenzuela dentro del Equipo de Evaluación Económica Ambiental de SAG y que fue orientado por la profesora Johana Vásquez Velásquez de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
34. Se puede encontrar mayor información acerca de estos axiomas en Yepes y García (2011).
35. Este escenario se puede equiparar a la posibilidad de “no participar en el juego”, porque constituye la elección de la forma tradicional de construcción de una línea de transmisión de energía eléctrica.
36. La zona de servidumbre o zona de seguridad eléctrica de una línea de transmisión es una franja de terreno que se deja a lo largo de la línea para garantizar que en ninguna circunstancia se presenten accidentes con personas o animales, haciéndose necesaria y obligatoria su delimitación. En Colombia el establecimiento de franjas de servidumbre está reglamentado por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
37. Para mayor información acerca de la dependencia espacial y la heterogeneidad espacial, consultar los textos de Anselin (1988), Lesage (1998) y Acevedo y Velásquez (2008).
38. Corresponde a una traducción del inglés realizada por el autor. La cita original es: “(...) the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part: this includes diversity within species, between species and of ecosystems.”
39. Software para el análisis cualitativo de datos. Recuperado de <https://atlasti.com>
40. Principio de compensación: el criterio de Kaldor-Hicks considera que la renta social ha aumentado, incluso cuando algunos miembros se encuentran en peores condiciones que antes, si aquellos que están mejor pueden compensar a los que han perdido y aun así permanecer en mejor situación (Streeten, 1959).
41. *Capital Expenditure*: gastos en propiedad, planta y equipos.
42. Equidad en la distribución del bienestar, en la utilidad y en los recursos entre generaciones manteniendo un nivel igual de bienestar. Una prueba de sostenibilidad económica requiere que

las existencias totales de capital se mantengan constantes en el tiempo.

43. Los bienes públicos se caracterizan por cumplir las condiciones de no rivalidad y no exclusión. La no rivalidad hace referencia al hecho de que el consumo del bien por parte de un individuo no disminuye la cantidad disponible para el consumo de dicho bien por el resto de individuos. La no exclusividad hace referencia a que a ningún individuo se le puede privar del consumo del bien, porque este es accesible a la vez para todos.



LISTA DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS, CUADROS Y TABLAS

Lista de figuras

- Figura 1. Composición del VET
- Figura 2. Metodologías para la valoración económica de impactos no internalizables
- Figura 3. Enfoques de aplicación de la EC
- Figura 4. Etapas del ejercicio de valoración
- Figura 5. Selección de atributos
- Figura 6. Moneda ficticia entregada en los talleres de valoración
- Figura 7. Ilustración de los atributos
- Figura 8. Características socioeconómicas de la muestra
- Figura 9. Gráfica para ilustrar la VC y la VE
- Figura 10. Procedimiento del MV
- Figura 11. Material visual de ayuda en el ejercicio de valoración
- Figura 12. Caracterización socioeconómica de la muestra
- Figura 13. Nivel de ingresos de la muestra completa
- Figura 14. Curva ROC y sensibilidad/especificidad
- Figura 15. Técnicas de análisis multicriterio
- Figura 16. Método de valoración analítico multicriterio (Amuvam)
- Figura 17. Etapas del ejercicio de valoración económica aplicando AHP
- Figura 18. Selección de componentes ambientales
- Figura 19. Niveles de satisfacción
- Figura 20. Tablero de comparación de componentes
- Figura 21. Caracterización socioeconómica del conjunto total de la muestra
- Figura 22. Nivel de satisfacción de la población
- Figura 23. Valor concedido por la población los componentes ambientales
- Figura 24. Fases de aplicación del método Delphi
- Figura 25. Ejercicio de aplicación del método SG
- Figura 26. Rueda de probabilidad
- Figura 27. Propuesta de aplicación del SG en valoración económica ambiental
- Figura 28. Criterios de contigüidad de primer orden

- Figura 29. Curva de utilidad “propensa al riesgo”
- Figura 30. Cambios que se originan en el medio cuando se modifica la calidad del agua
- Figura 31. Tipos de análisis de discurso
- Figura 32. Años de experiencia promedio de los expertos según campo profesional
- Figura 33. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 1
- Figura 34. Cambios normativos en Colombia que incluyen los análisis de EEA en los estudios ambientales
- Figura 35. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 2
- Figura 36. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 3
- Figura 37. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 4
- Figura 38. Nube de palabras con respuestas a la pregunta 5
- Figura 39. Esquema para el desarrollo de la EEA en los Estudios Ambientales

Lista de fotografías

- Fotografía 1. Aplicación del ejercicio de EC
- Fotografía 2. Aplicación del ejercicio de MVC
- Fotografía 3. Aplicación del ejercicio de Amuvam
- Fotografía 4. Taller de expertos Delphi
- Fotografía 5. Aplicación de un ejercicio de EEA

Lista de cuadros

- Cuadro 1. Escenario hipotético para la aplicación del MVC
- Cuadro 2. Preguntas presentadas a los expertos

Lista de tablas

- Tabla 1. Normatividad de VEI en Colombia
- Tabla 2. Ventajas y limitaciones del método de EC
- Tabla 3. Impactos asociados al cambio en cada componente ambiental
- Tabla 4. VEM satisfacción
- Tabla 5. Media muestral de las variables explicativas del modelo
- Tabla 6. Ventajas y limitaciones del MVC
- Tabla 7. Estudios de referencia con aplicación del MVC
- Tabla 8. DAP promedio estimada en las pruebas piloto
- Tabla 9. Variables empleadas en el análisis económico
- Tabla 10. Test de especificación de Hausman para DAP paisaje
- Tabla 11. Modelo probit para DAP paisaje muestra completa
- Tabla 12. Capacidad de clasificación
- Tabla 13. Prueba de bondad de ajuste chi-cuadrado de Pearson

Tabla 14.	Algoritmo de Krinsky y Robb para el cálculo de la DAP media paramétrica
Tabla 15.	Aplicaciones del Amuvam para la valoración económica ambiental
Tabla 16.	Escala de comparación por pares de Saaty
Tabla 17.	Ratio de consistencia aleatoria
Tabla 18.	Ventajas y limitaciones del AHP
Tabla 19.	Impactos asociados al cambio en cada componente ambiental
Tabla 20.	Nivel de satisfacción promedio de la población
Tabla 21.	Vectores de preferencias por individuo
Tabla 22.	Vector de preferencias de la población
Tabla 23.	Precio internacional del oro año 2015
Tabla 24.	Flujo de caja de la actividad minera formal en el municipio
Tabla 25.	VPN del Flujo de Caja por la actividad minera en el municipio del área de influencia
Tabla 26.	Cuantificación monetaria de los componentes ambientales
Tabla 27.	Valoración económica de los costos asociados a los componentes ambientales
Tabla 28.	Valoración económica de los beneficios asociados a los componentes ambientales
Tabla 29.	Ventajas y limitaciones de la técnica Delphi
Tabla 30.	Ejemplos de aplicaciones de la técnica Delphi
Tabla 31.	Ejemplos de aplicaciones del SG
Tabla 32.	Ejemplos de utilización de econometría espacial
Tabla 33.	Profesión, procedencia y experiencia de los expertos
Tabla 34.	Años de experiencia promedio de los expertos según su profesión

Evaluación económica ambiental Aplicaciones en valoración de impactos y perspectivas para el desarrollo sostenible

Editado por el Centro Editorial de la Facultad de
Ciencias Humanas y Económicas de la Universidad
Nacional de Colombia, Sede Medellín

Fuente: Ancizar Serif

En el interior se utilizó papel J.vilaseca de 90 gramos y en la carátula papel esmaltado
blanco de 300 gramos

Se imprimieron 300 ejemplares en Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá -
Colombia.

Medellín, febrero de 2020

Jonathan Daniel Gómez Zapata

Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; magíster en Estudios Latinoamericanos, mención Economía, de la Universidad de Salamanca (España) y estudiante del Doctorado en Economía de la Universidad de Valladolid (España).

Realizó y coordinó las propuestas metodológicas de evaluación económica ambiental para los proyectos de la empresa consultora Servicios Ambientales y Geográficos S.A. (SAG), como las que se presentan en este libro, en calidad de compilador principal y coordinador de valoración económica de SAG entre febrero de 2013 y agosto de 2019.

Sandra Montoya Arboleda

Economista de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y especialista en Gestión de la Responsabilidad Social Empresarial de la Universidad Católica Luis Amigó.

Gerente de sostenibilidad en la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A.

Alejandro Aguilar Amaya

Ingeniero Geólogo de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y especialista en Gerencia Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

Gerente general en la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A.

Otros libros del
Centro Editorial

*La imagen intermitente.
Espera y contestación ante la
presencia desnuda de lo otro*
Alejandra Gómez Vélez

*Las cosas y los objetos
bajo la luz del pasado*
Laura Penélope Porras Osorio

*Participación y oposición política en las
constituciones políticas de Suramérica*
Pedro Luis Pemberthy López



Como parte del ingreso de Colombia a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y a los compromisos adquiridos alrededor de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), la regulación que rige el proceso de licenciamiento ambiental para la construcción y desarrollo de proyectos de infraestructura en el país se ha vuelto más rigurosa, con el fin de asegurar un desarrollo sostenido en el tiempo y comprometido con el uso adecuado de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Es aquí donde la evaluación económica de impactos ambientales ha ganado un importante papel, al brindar herramientas que, desde la economía, permiten otorgar una cifra monetaria para costos y beneficios como una forma de generar evidencia que aporte al proceso de toma de decisión con base en los efectos sobre el bienestar social que esta clase de proyectos puede tener.

Así, este libro, que no busca servir como un manual técnico, pretende compartir aplicaciones y resultados del ejercicio práctico de diferentes metodologías, tales como: Elección Contingente, Valoración Contingente, Análisis Multicriterio, entre otras; implementadas tras un proceso de adecuación que considera los distintos contextos y regiones del país en los cuales han sido desarrolladas como parte de la consultoría, teniendo como base los alcances de la normatividad ambiental alrededor de estas. Lo anterior con el fin de aportar elementos que permitan profundizar y robustecer su uso como un componente fundamental dentro del licenciamiento ambiental, siempre promoviendo un debate académico que enriquezca su ejecución desde un punto de vista práctico, que involucre a las comunidades y aporte al objetivo de lograr el desarrollo económico del país al tiempo que se protege el entorno y la naturaleza de la cual depende.
