

Metodología para la medición de impactos sociales: una aplicación de la matemática borrosa*

Methodology for Measuring Social Impacts: an Application of Fuzzy Mathematics

Adolfo E. Carbal-Herrera¹
Carmen Rosales-García²
Yury Guevara-Huertas³
Jaime Ochoa-Uparela⁴

Cómo citar/ How to cite: Carbal, A., Rosales, C., Guevara, Y. & Ochoa, J. (2020). Metodología para la medición de impactos sociales: una aplicación de la matemática borrosa. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 15(2), 121 – 132.
<https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2020v15n2.6724>

Resumen

El presente trabajo de investigación propone una herramienta para la medición ex post de impactos sociales basada en conceptos de la matemática borrosa. Aunque este es un campo de investigación en crecimiento, aún se requiere seguir avanzando en el perfeccionamiento de las metodologías existentes y la creación de nuevas, buscando mediciones cada vez más ajustadas a la realidad social, la cual está plagada de incertidumbre y subjetividad. Metodológicamente, se parte de una revisión sistemática de literatura, posteriormente se identifican y analizan las principales propuestas conceptuales en este campo, luego a partir de un ejercicio de síntesis se formula un nuevo concepto de impactos sociales, el cual fue descompuesto en sus variables constitutivas para su operacionalización, tomando estas para la construcción de conjuntos borrosos y finalmente desarrollar el modelo teórico propuesto. El concepto que se propone en este documento sobre impacto social es más completo a los revisados, al representar una síntesis de las variables presentes en cada uno de ellos. El resultado alcanzado representa un avance en este campo, aunque la labor no está finiquitada, se debe avanzar en su validación y en el desarrollo de métodos de medición borrosos ex antes.

Palabras clave

Impactos sociales; evaluación de impactos ambientales; evaluación de impactos sociales; medición; matemática borrosa

Fecha de recepción: 28 de marzo de 2020
Fecha de evaluación: 20 de abril de 2020
Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2020

Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)
Published by Universidad Libre



* Artículo producto de investigación científica y tecnológica, financiada por la Universidad de Cartagena a través de la “Quinta convocatoria para la financiación de proyectos de Investigación para semilleros de estudiantes de pregrado”.

1 Contador Público, Magister en Ciencias Ambientales. Docente asistente de la Universidad de Cartagena - Colombia, director del grupo de investigación GIDEA. Correo electrónico: acarbalh@unicartagena.edu.co. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9363-7021>

2 Contadora Pública, integrante del grupo de investigación GIDEA de la Universidad de Cartagena - Colombia. Correo electrónico: carmenrosalesg04@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9403-7813>

3 Administradora Industrial de la Universidad de Cartagena - Colombia, integrante del semillero SIDEMA. Correo electrónico: yurimar95@hotmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8234-6379>

4 Administrador Industrial de la Universidad de Cartagena - Colombia, integrante del semillero SIDEMA. Correo electrónico: jaime-ou3@hotmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1636-3370>

Abstract

This research paper proposes a tool for ex post measurement of social impacts based on concepts of fuzzy mathematics. This is a developing research field and does require improving on existing methodologies and creating new ones, to allow measurement more adjusted to social reality which is full of uncertainty and subjectivity. Methodologically, it starts from a systematic review of literature, in which, the main concepts of social impacts are identified and analyzed, then from a synthesis exercise, a new social concept is formulated. These concepts are detached in its essential variables for its operationalization, these variables are used for the building of fuzzy sets; and finally, it develops the proposed theoretical model. The proposed concept of social impacts in this paper is more comprehensive than the reviewed concepts; represents the synthesis of the variables in each one of them. The achieved result is an improvement in this field, but the job is not finished yet, as it has to progress on validation methods and the development of methods of ex ante fuzzy measurement.

Keywords

Social impacts; environmental impact assessment; social impact assessment; measurement; fuzzy mathematics.

Introducción

El desarrollo y evolución de las metodologías para la Evaluación de Impactos Sociales (EIS) posee un estrecho vínculo con las preocupaciones ambientales. Al principio, las inquietudes por los impactos en el entorno biofísico se centraron principalmente en la naturaleza, dejando de lado el componente social que es inherente a dicha realidad (Dendena & Corsi, 2015). Es de conocimiento que, desde la década del cincuenta del siglo XX, las consecuencias propias del modelo de desarrollo implementado a partir de la revolución industrial se hicieron notorias: la contaminación, la degradación del ambiente, los altos niveles de consumo y la explotación de recursos naturales. Siendo esta realidad, el catalizador que dio origen a las primeras iniciativas que buscaban prevenir los impactos de origen antrópico sobre la naturaleza; estas primigenias manifestaciones en este campo, a pesar de no incluir el componente social, fueron la génesis y el pilar de donde evolucionaron y se gestaron las primeras metodologías de evaluación de impactos que incluyeron este componente (Burdge, 2003; Vanclay, 2020).

Las evaluaciones de impactos sociales (EIS), desde su origen, han poseído una naturaleza subjetiva, dada su orientación hacia la evaluación de las consecuencias de orden social

producto de las intervenciones sobre las comunidades, por el desarrollo de actividades económicas o de infraestructura (Maas & Liket, 2011; Vanclay, 2003). Esta característica de este tipo de evaluaciones hace que cualquier ejercicio de esta índole o la medición de la realidad social impactada, sea un acto complejo (Solórzano-García, Navío-Marco, & Ruiz-Gómez, 2019).

Con el tiempo, la preocupación por este tipo de evaluaciones trajo consigo el desarrollo y evolución de diversas metodologías. Las primeras de ellas se caracterizaron por la simplicidad en la previsión de los impactos, es decir, se basaban en una evaluación ex-ante (en la década de los sesenta); al desarrollarse el método se amplió el proceso hasta incluir una evaluación durante y ex-post de los proyectos o intervenciones a medir (Becker, 2001; Vanclay, 2020).

El proceso de desarrollo de estas metodologías, muestra un enriquecimiento y refinamiento de las herramientas que se han venido desarrollando a través de estas últimas décadas, pasando de instrumentos simples, como los expuestos anteriormente, a métodos cuyo objetivo es la predicción de impactos sociales a partir de la comparación de realidades similares pasadas, con la realidad objeto de análisis, realizando extrapolaciones de dichos impactos; o incluso el impulso de evaluaciones

que además de predictivas, pueden ser contributivas en el desarrollo de comunidades (The Interorganizational Committee on Principles and Guidelines for Social Impact Assessment, 2003; Karytsas, Mendrinós, & Karytsas, 2020; Gulakov, Vanclay, & Arts, 2020).

Una revisión general a los desarrollos en este campo, nos muestra que entre las herramientas de medición más destacadas, se encuentran los indicadores, como por ejemplo: el “Total Social Impact” (TSI), el cual promueve normas apropiadas para la responsabilidad corporativa (Dillenburg, Greene, & Ereksón, 2003), y tiene como fin último, influir en el comportamiento empresarial, de tal forma que se actúe bajo principios éticos (Dillenburg et al., 2003). También existe, el “Social Impact Indicator” (SII), el cual es un método cuantitativo de evaluación del impacto social del ciclo de vida de los proyectos en la industria (Labuschagne & Brent, 2006).

Otras propuestas metodológicas se han encaminado a mejorar u optimizar herramientas de evaluación existentes. Por ejemplo: Labuschagne et al. (2005) propone una “Matriz de Evaluación Social”, equiparable a su homóloga ambiental; la cual muestra una serie de criterios sociales a medir, con el objeto de incluir todos los aspectos del desarrollo sostenible en las evaluaciones. En este sentido, Vanclay (2006) afirma que la EIS debe adaptarse a las necesidades del futuro y que es importante y deseable evolucionar a un “Sistema de Gestión Social”.

Por otra parte, existen investigadores que han optado por la combinación de diversos métodos o evaluaciones, apuntando a resultados más efectivos (Mahmoudi, Renn, Vanclay, Hoffmann, & Karami, 2013). Un ejemplo en este caso es la combinación de las evaluaciones de impactos ecológicos, económicos y sociales (Brouwer & Van Ek, 2004); siguiendo esta línea de acción, también se ha propuesto combinar la EIS con la Evaluación del Riesgo (ER) (Mahmoudi et al., 2013). En este sentido, varios autores han respaldado la complementariedad que

se logra al combinar varias metodologías, afirmando que estas generan un enfoque holístico en la evaluación, además de ahorrar recursos, mejorar el proceso de gestión de riesgos, contribuir al desarrollo de lineamientos en determinados contextos políticos, etc. (Mahmoudi et al., 2013; Parsons, Everingham, & Kemp, 2019).

Sin embargo, a pesar de los desarrollos descritos anteriormente, hay autores que afirman, que aún no se ha logrado captar realmente la subjetividad del impacto social, por ende sigue siendo un reto (Verduzco-Chávez & Valenzuela, 2019; Vanclay, 2020), por ello proponen un “Enfoque de Circunscripción Múltiple” el cual consiste en considerar diferentes medidas, que deben ser participativas, y no una única y acertada entre todas las que existen (Costa & Pesci, 2016).

Como es visible en los párrafos anteriores, este no es un campo de trabajo agotado, contrariamente, se requiere seguir avanzando en el perfeccionamiento de las metodologías existentes y la creación de nuevas, buscando mediciones cada vez más ajustadas a la realidad social (Vanclay, 2020). Se requiere captar la incertidumbre y la subjetividad ligada a los fenómenos sociales, he allí donde la matemática borrosa juega un papel importante, como herramienta idónea para la medición de realidades plagadas de esta condición.

Pues el campo de esta disciplina cada día alcanza mayores desarrollo tanto en las matemáticas como en sus aplicaciones a otros campos del saber. Como por ejemplo el desarrollo de conjuntos difusos intuicionistas, conjuntos difusos vacilantes, conjuntos múltiples difusos, entre otros (Zhu, Xu, & Xia, 2012; Singh, 2017). Con respecto a sus aplicaciones, se ha avanzado en el ejercicio de la toma de decisiones, basándose en este tipo de matemática, proponiendo un nuevo modelo de análisis envolvente de datos basados en la teoría de la incertidumbre (Nejad & Ghaffari-Hadigheh, 2018), también se ha mejorado el método multicriterio para disminuir la

subjetividad humana (Xiao, 2019). En el campo de los sistemas de seguridad, se han dado grandes avances haciendo uso de conjuntos borrosos (Kabir & Papadopoulos, 2018). En el campo de la evaluación de proyectos, en la actualidad se aplican estas nociones, sea para evaluar sostenibilidad de los mismos (Ma & Kremer, 2016; Thies, Kieckhäfer, Spengler, & Sodhi, 2019), en la estimación de los costos (Wang, 2017), en los impactos causados por proyectos de redes eléctricas a través de modelos basados en lógica fuzzy (Liu, y otros, 2018), en el desarrollo de proyectos del sector energético a través de teoría de incertidumbre y lógica fuzzy (Soni, Singh, & Banwet, 2016), para los impactos sociales causados por roturas de presas a través de un modelo de conjuntos borrosos variables (He, Chai, Qin, Xu, & Li, 2020); o también en los impactos de proyectos de construcción de puentes en áreas costeras a través de ponderación de criterios basados en métodos fuzzy (Navarro, Yepes, & Martí, 2020). Por último, en el campo empresarial se encuentran metodologías fuzzy, para el análisis de PYMEs y su sistema de gestión de forma alineada (Centobelli, Cerchione, & Esposito, 2018); y en el área financiera donde se evalúan diversos métodos fuzzy para maximizar el valor presente neto fuzzy (El-Kholy, El-Shikh, & Abd-Elhay, 2017)

Con base en la versatilidad y campos de aplicación de este tipo de matemática, los autores del presente trabajo de investigación, proponen una herramienta de medición ex post de impactos sociales, a partir del uso de conceptos propios de la matemática borrosa, con el propósito de avanzar en el desarrollo de metodologías capaces de captar la incertidumbre y subjetividad ligada a los fenómenos sociales. El presente documento, se compone además de este aparte, de la metodología implementada para la construcción de la herramienta propuesta, los resultados alcanzados, la discusión alrededor de los mismo y las conclusiones finales a las que llega el grupo investigador.

Metodología

Revisión sistemática de literatura: se realizó una revisión sistemática de literatura en bases de datos de alto impacto como ISI Web of Science y Scopus, con base en los siguientes criterios de búsqueda: palabras claves “impactos sociales”, “evaluación de impactos sociales”, “medición de impactos sociales”; ecuaciones de búsqueda como: “Impactos Sociales” y “Evaluación de Impactos Sociales”, “Medición de Impactos Sociales” e “Impactos Sociales”. La búsqueda priorizó los artículos publicados a partir del 2001, sin dejar por fuera los documentos clásicos en esta área. Como criterio para determinar los trabajos con mayor relevancia se tuvieron en cuenta los documentos más citados y actuales.

Análisis y síntesis del referente teórico: en esta fase se realizó un ejercicio de análisis de las distintas propuestas conceptuales y la identificación de las variables que componen la noción de impactos sociales a partir de los documentos seleccionados. Las nociones sobre impacto social identificadas se sintetizaron en una matriz, y a partir de su análisis se definieron las variables que los componen, estableciendo un grupo de variables afín a todos los conceptos, a partir de estas, como ejercicio de síntesis, se plasmó una nueva concepción, la cual se instauró como la base conceptual para el desarrollo del modelo de medición.

Construcción del modelo matemático: se parte del nuevo concepto propuesto, el cual se divide en las variables que lo integran para su operacionalización. Con estas variables se procede a constituir conjuntos borrosos, creando un modelo teórico basado en conceptos de la matemática borrosa como: conjuntos borrosos, cardinal de un conjunto borroso, conjunto borroso de cardinal 1, conjuntos borrosos afines y conjunto borroso transmutado. Estos conceptos representan la estructura fundamental de la herramienta, se parte de las variables y sus pesos para crear en primera instancia un conjunto borroso de cardinal uno, posteriormente se construye otro con-

junto borroso afin al primero, luego se realizan operaciones entre estos, obteniendo un conjunto borroso transmutado, se sintetizan los resultados de esta operación y se establece una escala para la clasificación del impacto.

Resultados

Para Sartori la formación de conceptos en las ciencias precede la cuantificación, por lo que sugiere que, antes de medir, es necesario contar con un concepto de aquello que se va a medir (Contreras, 2017). Siguiendo este planteamiento, los autores del presente trabajo, como primer paso en la construcción de la herramienta de medición, establecieron un nuevo concepto de impacto social, a partir del análisis y la síntesis de las principales nociones en este campo (Vanclay F. , 2003; The Interorganizational Committee on Principles and Guidelines for Social Impact Assessment, 2003; Burdge, 2003; Becker, 2001), definiendo a los impactos sociales como:

Los efectos provocados por cualquier acción humana sobre una comunidad involucrada o no en dicha acción, los cuales abarcan distintos ámbitos de la vida en sociedad, como formas de interacción, cohesión, gobierno, cultura y transformación de la población; así como el medio en que estas se desarrollan, el cual tiene una incidencia directa sobre la salud y bienestar de las personas, además de su roll de proveedor de recursos.

La anterior definición, se puede descomponer en diversas variables, lo que implica la operacionalización del concepto para facilitar su medición. A continuación, se listan las variables que componen el concepto planteado por los autores:

1. Forma de vida (como viven, trabajan, juegan e interactúan)
2. Cultura (creencias, costumbres, valores, idioma o dialecto)
3. Comunidad (cohesión, estabilidad, ca-

- racterísticas familiares, redes de amigos).
4. Estructuras institucionales (organización, gobierno local, participación en decisiones y vínculos con sistemas más grandes).
5. Ambiente (calidad del aire, agua, comida; ruido, saneamiento, seguridad, riesgos y peligros).
6. Salud y bienestar (estado físico, mental, social, espiritual de bienestar)
7. Impactos psicosociales (miedo, percepciones del proyecto, de seguridad, y del impacto en las aspiraciones personales y familiares).
8. Cambio de población (población presente vs población esperada, diversidad étnica y racial, salida y llegada de residentes nativos y foráneos).
9. Recursos de la comunidad (recursos naturales, uso de tierra, vivienda, servicios, historia de la comunidad, recursos arqueológicos y culturales).

Una vez reducido el concepto a las variables que lo componen, se estructura la herramienta de medición en función de ellas. Construyendo a partir de estas un conjunto borroso.

Un conjunto borroso es un conjunto de pares ordenados $(x; f(x))$ donde x es el elemento y $f(x)$ es una función que expresa el grado de pertenencia del elemento al conjunto; la cual toma valores entre 0 y 1; donde 0 significa que el elemento no pertenece al conjunto y 1 significa que el elemento pertenece al conjunto plenamente; y el resto de los infinitos valores entre 0 y 1 expresan el grado de pertenencia de cada elemento al conjunto (Pérez, 2012, p. 11).

Tabla 1. Variables que componen el concepto de impacto social

Variable	Detalle variable
A	Forma de vida
B	Cultura
C	Comunidad

<i>Variable</i>	<i>Detalle variable</i>
D	Estructuras institucionales
E	Ambiente
F	Salud y bienestar
G	Impactos psicosociales
H	Cambio de población
I	Recursos de la comunidad

Fuente: elaboración propia

Si tenemos que con los elementos $a, b, c, d, e, f, g, h, i$; identificamos las variables que componen la noción de impacto social, podemos afirmar que cada uno de estos elementos pertenece al conjunto, pero no todos tienen el mismo nivel de significancia. Por ello es necesario expresar el grado de pertenencia de cada elemento al conjunto, asignando a cada uno de ellos valores entre 0 y 1.

Ahora, si aplicamos un panel de expertos para estimar el grado de pertenencia de cada variable, es decir, su grado de significancia, a partir de la asignación de porcentajes de acuerdo con el nivel de relevancia de cada una de ellas, podemos obtener valores entre 0 y 1 y a la vez un conjunto borroso de cardinal 1. El cardinal de un conjunto borroso es la suma de todos los grados de pertenencia de sus elementos.

Un conjunto borroso cardinal 1, es aquel donde la sumatoria de todos los grados de pertenencia de sus elementos es 1. Este conjunto elaborado a partir de la opinión de los expertos debe ser de cardinal 1, porque es el que determina el nivel de importancia de cada una de las variables y además permitirá apreciar las operaciones entre los conjuntos establecidos. Por ejemplo:

Conjunto de variables Exp. IS: $\{(a; 0.18); (b; 0.12); (c; 0.03); (d; 0.1); (e; 0.08); (f; 0.25); (g; 0.07); (h; 0.02); (i; 0.15)\}$

Este conjunto posee cardinal 1; pues $0.18+0.12+0.03+0.1+0.08+0.25+0.07+0.02+0.15=1$

Del anterior conjunto es posible hacer varias afirmaciones, como que la variable de mayor peso es la f (salud y bienestar) y la de menor grado la h (cambio de población).

Ahora se hace importante plantear otro concepto de la matemática borrosa, conjuntos borrosos afines: dos conjuntos borrosos se llaman afines cuando poseen exactamente los mismos elementos con grado de pertenencia distinto que cero, es decir si todos los elementos con grado de pertenencia mayor que cero son iguales dos a dos (Pérez-Capdevila, 2014). Entonces el siguiente paso en la metodología es establecer un conjunto afín al conjunto borroso determinado por el grupo de experto.

A partir del uso de una técnica como un grupo focal se reúne a las personas de la comunidad con mayor conocimiento sobre los impactos generados en ella, por el desarrollo de un proyecto de infraestructura o actividad económica. A partir de esta técnica se buscará la asignación de pesos por parte de estos agentes a cada una de las variables que constituyen la noción de impacto social: $a, b, c, d, e, f, g, h, i$, de acuerdo con el nivel de afectación generado en cada uno de estas, estableciendo de esta forma un conjunto afín.

Conjunto borroso Com. IS: $\{(a; 0.7); (b; 0.12); (c; 0.04); (d; 0.5); (e; 0.3); (f; 0.54); (g; 0.25); (h; 0.01); (i; 0.44)\}$

Una vez establecidos los conjuntos afines, se debe obtener un conjunto trasmutado, el cual se crea “a partir de la multiplicación de los grados de pertenencia de cada elemento de dos conjuntos afines, donde uno de ellos posee cardinal 1” (Pérez, 2012, pág. 13).

Exp. IS: $\{(a; 0.18); (b; 0.12); (c; 0.03); (d; 0.1); (e; 0.08); (f; 0.25); (g; 0.07); (h; 0.02); (i; 0.15)\}$

Com. IS: $\{(a; 0.7); (b; 0.12); (c; 0.04); (d; 0.5); (e; 0.3); (f; 0.54); (g; 0.25); (h; 0.01); (i; 0.44)\}$

Conjunto transmutado: {(a; 0.126); (b; 0.0144); (c; 0.0012); (d; 0.05); (e; 0.0024); (f; 0.135); (g; 0.0175); (h; 0.0002); (i; 0.066)}

A continuación, se procede a calcular el valor sintético de las variables constituyentes del impacto social, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valor sintético o cardinales de las variables de Impacto Social

<i>Variables</i>	<i>Valuación de expertos (Grados de pertenencia)</i>	<i>Valuación comunidad</i>	<i>Conjunto transmutado</i>
a (Forma de vida)	0.18	0.7	0.126
b (Cultura)	0.12	0.12	0.0144
c (Comunidad)	0.03	0.04	0.0012
d (Estructuras institucionales)	0.1	0.5	0.05
e (Ambiente)	0.08	0.3	0.0024
f (Salud y bienestar)	0.25	0.54	0.135
g (Impactos psicosociales)	0.07	0.25	0.0175
h (Cambio de población)	0.02	0.01	0.0002
i (Recursos de la comunidad)	0.15	0.44	0.066
<i>Cardinales o valor sintético de las variables</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>0.4127</i>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores sintéticos, se establece una escala para expresar cualitativamente el nivel de impacto calculado a través

de la operacionalización de conjuntos, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Escala cualitativa de valoración de valores sintéticos

<i>Rango</i>	<i>Escala</i>	<i>Descripción</i>
0.76 – 1.0	Severo	Impacto grave e intolerable, con efectos altamente significativos sobre la población
0.51 – 0.75	Fuerte	Impacto de considerable efecto, generador de cambios y transformación en la población y el ambiente
0.26 – 0.50	Moderado	Impacto tolerable, que con una adecuada gestión tendrá efectos poco significativos sobre la población
0.0 – 0.25	Leve	Impacto insignificante con efectos minúsculos sobre la población

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el ejemplo ilustrativo, el valor sintético obtenido (0.4127) indica que el impacto es *moderado*, donde las variables más afectadas fueron salud y bienestar (*f*) con un

valor 0.135, y forma de vida (*a*) con un valor de 0.126. Los valores obtenidos a partir de la metodología propuesta se deben complementar con descripciones de causas y consecuencias.

Discusión de los resultados

Es evidente, que con la herramienta propuesta se busca subsanar carencias o vacíos existente aún en este campo. Como se había manifestado en apartes anteriores del documento, las metodologías desarrolladas en las últimas décadas aún no logran captar la subjetividad inherente a los impactos sociales al igual que la incertidumbre propia de la realidad social. Esto puede estar asociado al uso de matemática convencional, cálculo de probabilidades u otras métricas que no se ajustan adecuadamente a realidades con estas características. La teoría de conjuntos borrosos trata la incertidumbre.

Lo novedoso, desde la perspectiva de la Matemática Borrosa, está en no plantear una solución más, ni un nuevo criterio, sino directamente proponer un cambio prescriptivo y descriptivo a nivel de la teoría, aportando el modelo y los mecanismos para dar la solución a la incertidumbre, contribuyendo a un mejor ajuste a la realidad. (Pérez-Capdevila, 2012, p.10)

Una gran virtud de la matemática borrosa es que facilita el tratamiento de lo subjetivo y lo incierto, dado que el razonamiento humano y el sentido común son aproximados y como nuestro lenguaje es impreciso, hacen que esto sea posible. Dada la sencillez y adaptabilidad de la teoría de los conjuntos borrosos, fue posible plantear una metodología de fácil aplicación sin la necesidad de algoritmos complejos, que combina datos cuantitativos y expresiones lingüísticas.

La metodología propuesta es un método *ex post*, que mide los impactos sociales provocados por el desarrollo de una actividad económica o proyecto de infraestructura urbana sobre una población o comunidad. Se puede aplicar a casos específicos independientemente del origen de los impactos, ya sean de orden privado o sector público. Dicha herramienta debe ser comple-

mentada con descripciones cualitativas de causa y consecuencias de los impactos medidos. Esta permite determinar al grado del impacto de acuerdo con una escala propuesta, como también identificar cual fue la variable más afectada o el grado de afectación de cada una de las variables objeto de medición, información que facilitará y mejorará la toma de decisiones en términos de gestión social por parte de organizaciones del sector privado y público. Esta propuesta se apoya también en los pasos que han establecido otras investigaciones para desarrollar una guía cada vez más unificada sobre las EIS (Arce-Gomez, Donovan, & Bedgood, 2015).

En la aplicación de la metodología propuesta hay dos momentos fundamentales que determinarán la calidad de las mediciones elaboradas con base en ella. El primero, la técnica de expertos para establecer los pesos de cada una de las variables y constituir un conjunto borroso cardinal uno. El segundo, el grupo focal para establecer los pesos de cada variable por parte de la comunidad impactada y establecer un conjunto afín, al primero. Es necesario hacer una adecuada selección de los expertos e implementar adecuadamente una técnica para la asignación de los pesos, podría ser a través del método *delphi*; al igual al establecer el grupo focal, seleccionar las personas de la comunidad más idóneas, en término del conocimiento y la experiencia en el tema abordado. Esto de acuerdo con las llamadas buenas prácticas definidas en este tipo de evaluaciones por Vanclay y Esteves (2011).

Conclusiones

El concepto que se propone en este trabajo sobre impacto social es más completo a los revisados, al representar una síntesis de las variables presentes en cada uno de ellos. Además, facilita su operacionalización para el desarrollo de la metodología.

La matemática borrosa representa una herramienta de fácil aplicación más ajustada para

la medición de realidades subjetivas y plagadas de incertidumbre. Gracias a su sencillez y adaptabilidad se facilita la construcción de unas metodologías de fácil y general aplicación.

En la asignación de los pesos se puede utilizar cualquiera de las técnicas de expertos existentes, teniendo presente que de la calidad de los expertos seleccionados dependerá en gran parte la calidad de los resultados obtenidos, al igual que los individuos seleccionados de las comunidades impactadas para realizar el grupo focal y determinar el nivel de afectación de cada variable.

El planteamiento de una escala que permite determinar el grado del impacto, al igual que la identificación de la afectación de cada variable facilita la toma de decisiones en materia de gestión y desarrollo de estrategias para el tratamiento de dichas situaciones.

El trabajo representa un avance en este campo, no es una investigación acabada, en un área que exige seguir avanzando para desarrollar metodologías cada vez más ajustadas. Como se menciona es una herramienta de medición ex post, que para el campo de la gestión de proyectos con relación a los posibles impactos sociales que estos generan, requiere ser combinada con otras metodologías, pues esta no está en la capacidad de predecir los posibles efectos que generará el desarrollo de una actividad (económica, infraestructura) sobre las comunidades adyacentes; esta per-

mite una evaluación de los impactos generados, ósea posterior al desarrollo de la actividad. Por otra parte, puede comprenderse como una herramienta de medición de realidades sociales, y ubicarse como un desarrollo en el marco de la denominada contabilidad social, también puede ser de uso de investigadores sociales: sociólogos, trabajadores sociales, entre otros que busquen evaluar los impactos de actividades económicas, de infraestructura u otras, sobre las comunidades que se encuentran en sus áreas de influencia. Este trabajo puede entenderse como una aporte al campo de la evaluación de la sostenibilidad, de la evaluación sostenible de proyectos, enmarcado en el análisis de una de sus dimensiones, la social.

Sin embargo se debe seguir avanzando, si se tiene en cuenta que las dimensiones que componen la sostenibilidad están interconectadas y que de dicha interconexión emergen condiciones particulares, lo que hace necesario, el desarrollo de herramientas capaces de captar la complejidad de esta realidad. Los esfuerzos en este campo deben orientarse hacia la construcción de metodologías que integren el análisis de los diferentes componentes y deben incluir en sus evaluaciones al mayor número de variables posibles que interactúan en estas situaciones.

El siguiente paso que se requiere, es la aplicación de la herramienta para su ajuste y refinamiento y también su combinación con otras metodologías para determinar su grado de complementariedad y así mejorar su rendimiento.

Referencias

- Arce-Gomez, A., Donovan, J., & Bedgood, R. (2015). Social impact assessments: Developing a consolidated conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review* 50, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.006>
- Becker, H. A. (2001). Social impact assessment. *European Journal of Operational Research* 128, 311-321. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00074-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00074-6)
- Brouwer, R., & Van Ek, R. (2004). Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands. *Ecological Economics* 50, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.01.020>

- Burdge, R. J. (2002). Why is social impact assessment the orphan of the assessment process? *Impact Assessment and Project Appraisal* 20 (1), 3-9. <https://doi.org/10.3152/147154602781766799>
- Burdge, R. J. (2003). The practice of social impact assessment background. *Impact Assessment and Project Appraisal* 21 (2), 84-88. <https://doi.org/10.3152/147154603781766356>
- Centobelli, P., Cerchione, R., & Esposito, E. (2018). How to deal with knowledge management misalignment: A taxonomy based on a 3D fuzzy methodology. *Journal of Knowledge Management*.
- Cloquell-Ballester, V. A., Cloquell-Ballester, V. A., Monterde-Díaz, R., & Santamarina-Siurana, M. C. (2006). Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 26, 79-105. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.06.002>
- Contreras, C. (2017). Superar la sostenibilidad urbana: una ruta para América Latina. *Revista Bitácora Urbano Territorial* 27 (2), 27-34. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n2.62483>
- Costa, E., & Pesci, C. (2016). Social impact measurement: why do stakeholders matter? *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal* 7 (1), 99-124. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-12-2014-0092>
- Dendena, B., & Corsi, S. (2015). The Environmental and Social Impact Assessment: a further step towards an integrated assessment process. *Journal of Cleaner Production* 108, 965-977. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.110>
- Dillenburg, S., Greene, T., & Erikson, H. (2003). Approaching Socially Responsible Investment with a Comprehensive Ratings Scheme: Total Social Impact. *Journal of Business Ethics* 43, 167-177. <https://doi.org/10.1023/A:1022987127960>
- El-Kholy, A. M., El-Shikh, M. Y., & Abd-Elhay, S. (2017). Which fuzzy ranking method is best for maximizing fuzzy net present value? *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42(9), 4079-4098.
- Grieco, C., Micheli, L., & Lasevoli, G. (2015). Measuring Value Creation in Social Enterprises: A Cluster Analysis of Social Impact Assessment Models. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 44 (6), 1173-1193. <https://doi.org/10.1177/0899764014555986>
- Gulakov, I., & Vanclay, F. (2018). Social impact assessment in the Russian Federation: does it meet the key values of democracy and civil society? *Impact Assessment and Project Appraisal* , 494-505. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1507111>
- Gulakov, I., Vanclay, F., & Arts, J. (2020). Modifying social impact assessment to enhance the effectiveness of company social investment strategies in contributing to local community development. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 1-15.
- He, G., Chai, J., Qin, Y., Xu, Z., & Li, S. (2020). Evaluation of Dam Break Social Impact Assessments Based on an Improved Variable Fuzzy Set Model. *Water*, 12(4), 970.
- Kabir, S., & Papadopoulos, Y. (2018). A review of applications of fuzzy sets to safety and reliability engineering. *International Journal of Approximate Reasoning*, 100, 29-55.
- Karytsas, S., Mendrinou, D., & Karytsas, C. (2020). Measurement methods of socioeconomic impacts of renewable energy projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 410(1), 1-13.
- Labuschagne, C., & Brent, A. C. (2006). Social Indicators for Sustainable Project and Technology Life Cycle Management in the Process Industry. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 11 (1), 3-15. <https://doi.org/10.1065/lca2006.01.233>

- Labuschagne, C., Brent, A. C., & Claasen, S. J. (2005). Environmental and Social Impact Considerations for Sustainable Project Life Cycle Management in the Process Industry. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Mgmt.* 12, 38–54.
<https://doi.org/10.1002/csr.76>
- Liu, Y., Li, F., Wang, Y., Yu, X., Yuan, J., & Wang, Y. (2018). Assessing the environmental impact caused by power grid projects in high altitude areas based on BWM and Vague sets techniques. *Sustainability*, 10(6), 1768.
- Ma, J., & Kremer, G. E. (2016). A sustainable modular product design approach with key components and uncertain end-of-life strategy consideration. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85(1-4), 741-763.
- Maas, K., & Liket, K. (2011). Chapter 8. Social Impact Measurement: Classification of Methods. En R. L. Burritt, S. Schaltegger, M. Bennett, T. Pohjola, & M. Csutora, *Environmental Management Accounting and Supply Chain Management* (págs. 171-202). New York: Springer Science+Business Media B.V.
- Mahmoudi, H., Renn, O., Vanclay, F., Hoffmann, V., & Karami, E. (2013). A framework for combining social impact assessment and risk assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 43, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.05.003>
- Navarro, I. J., Yepes, V., & Martí, J. V. (2020). Sustainability assessment of concrete bridge deck designs in coastal environments using neutrosophic criteria weights. *Structure and Infrastructure Engineering*, 16(7), 949-967.
- Nejad, Z. M., & Ghaffari-Hadigheh, A. (2018). A novel DEA model based on uncertainty theory. *Annals of Operations Research*, 264 (1-2), 367-389.
- Parsons, R., Everingham, J. A., & Kemp, D. (2019). Developing social impact assessment guidelines in a pre-existing policy context. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 37 (2), 114-123.
- Pérez-Capdevila, J. (2012). Competencias laborales: Remozamiento del concepto, método para valuarlas, medirlas y caracterizar a las personas. *Revista Avanzada Científica* 15 (1), 1-19. Disponible:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3920458>
- Pérez-Capdevila, J. (2014). Aportes teóricos a la Matemática Borrosa. *Revista Avanzada Científica* 17 (1), 1-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4783036>
- Singh, P. (2017). Distance and similarity measures for multiple-attribute decision making with dual hesitant fuzzy sets. *Computational and Applied Mathematics*, 36(1), 111-126.
- Solórzano-García, M., Navío-Marco, J., & Ruiz-Gómez, L. M. (2019). Ambiguity in the attribution of social impact: A study of the difficulties of calculating filter coefficients in the SROI method. *Sustainability*, 11(2), 386.
- Soni, V., Singh, S. P., & Banwet, D. K. (2016). Precise decisions in Indian energy sector by imprecise evaluation. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Spaapen, J., & Van Drooge, L. (2011). Introducing 'productive interactions' in social impact assessment. *Research Evaluation* 20 (3), 211–218. <https://doi.org/10.3152/095820211X12941371876742>
- The Interorganizational Committee on Principles and Guidelines for Social Impact Assessment. (2003). Principles and guidelines for social impact assessment in the USA. *Impact Assessment and Project Appraisal* 21 (3), 231-250.
- Thies, C., Kieckhäfer, K., Spengler, T. S., & Sodhi, M. S. (2019). Operations research for sustainability assessment of products: A review. *European Journal of Operational Research*, 274(1), 1-21.
- Vanclay, F. (2002). Conceptualising social impacts. *Environmental Impact Assessment Review* 22, 183– 211.
[https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(01\)00105-6](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(01)00105-6)

- Vanclay, F. (2003). International Principles For Social Impact Assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal* 21 (1), 5-12. <https://doi.org/10.3152/147154603781766491>
- Vanclay, F. (2006). Principles for social impact assessment: A critical comparison between the international and US documents. *Environmental Impact Assessment Review* 26, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.05.002>
- Vanclay, F. (2020). Reflections on Social Impact Assessment in the 21st century. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 38(2), 126-131.
- Vanclay, F., & Esteves, A. M. (2011). Current issues and trends in social impact assessment. *New directions in social impact assessment: conceptual and methodological advances*, 3-19.
- Verduzco-Chávez, B., & Valenzuela, M. B. (2019). La medición a pequeña escala de los impactos sociales de proyectos de energía: Problemas metodológicos e implicaciones de política. *Gestión y política pública*, 28(2), 377-406.
- Wang, X. (2017). Application of fuzzy math in cost estimation of construction project. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 20(4), 805-816.
- Xiao, F. (2019). EFMCDM: Evidential fuzzy multicriteria decision making based on belief entropy. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
- Zhu, B., Xu, Z., & Xia, M. (2012). Dual hesitant fuzzy sets. *Journal of Applied Mathematics*.