

ESTADO DEL ARTE DE LAS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EN PROYECTOS DE INVERSIÓN*

STATE OF THE ART OF THE METHODOLOGIES FOR THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN PROJECTS OF INVESTMENT

Orlando E. Contreras**
Carolina González Guarín***
Alejandra Barbosa Calderón****

Recibido: 02/03/2015- Aceptado: 26/06/2015

Cómo citar este artículo: Contreras, O., González, C. y Barbosa, A. (2015). Estado del arte de las metodologías para la evaluación ambiental en proyectos de inversión. *Sinapsis* (7), 21-34

Resumen

El presente documento muestra los resultados de un estudio realizado en torno a metodologías para la evaluación ambiental en proyectos de inversión. En este se desarrolla una revisión sistemática para el establecimiento de un marco teórico de referencia que permite evidenciar el estado actual de la literatura sobre la temática. Considerando lo anterior, se refleja una tendencia en aumento aproximadamente del 10 % anual de la producción de artículos científicos, principalmente en países como Estados Unidos, Italia y España. También, se identifican 18 metodologías de las cuales el 34 % están siendo aplicadas en proyectos de inversión del sector industrial y de construcción. Asimismo, se determina que las políticas burocráticas, la tensión entre los ministerios ambientales y no ambientales y la escasa participación pública son algunas de las limitaciones en la evaluación ambiental. Finalmente, se presenta una tabla de compilación correspondiente a las metodologías mencionadas, que permite la descripción y comparación de las mismas.

Palabras clave: evaluación ambiental, formulación de proyectos, gerencia de proyectos, sostenibilidad.

Summary

The present document shows the results of a study accomplished in connection with methodologies for the environmental assessment in projects of investment. Here, a systematic revision develops for the establishment of a theoretic reference frame that allows evidencing the present condition of the literature on the subject matter. Considering the above, it reflects a rising tendency approximately of the 10 % on the annual production of scientific goods, mainly in countries like United States, Italy and Spain. Also 18 methodologies are being identified, of which the 34 % are being applied in projects of investment in the industrial and the construction field. In like manner, it is determined that the bureaucratic policies, the tension between the environmental and non-environmental ministries and the scarce public participation are some of the limitations in the environmental assessment. Finally, a board of compilation corresponding to the mentioned methodologies shows up, that enables the description and comparison of the same.

Keywords: environmental assessment, project formulation, project management, sustainability.

JEL: Q51, Q56.

1. Introducción

En los últimos 20 años aspectos socio-económicos y de salud, el medio ambiente, entre otros temas globales han sido el motivo de preocupación que permitió que los gerentes de empresas y los responsables de la toma de

decisiones se enfrenten a retos considerables y mayores dificultades que sus predecesores. Cualquier decisión empresarial hoy en día puede tener efectos de largo alcance ambiental y social o importantes consecuencias

*Artículo de revisión.

** Ingeniero Industrial y Especialista en Alta Gerencia de la Universidad Industrial de Santander (Colombia), Master of Business Administration de Tulane University (USA). Profesor Asistente de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, adscrita a la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Correo electrónico: ocontrer@uis.edu.co

***Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Correo electrónico: caritoggb@gmail.com

****Estudiante de Ingeniería Industrial, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander. Correo electrónico: alejandra.barbosa@correo.uis.edu.co

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

que puedan perjudicar el prestigio o la viabilidad a largo plazo de una empresa (IAIA, 2002) o de un proyecto. Por otro lado, es de importancia que todas las actividades dentro de un país estén coordinadas y que una acción específica no tenga consecuencias adversas que afecten la capacidad de otras iniciativas para lograr sus objetivos. Asimismo, todos los efectos indirectos no deben afectar las condiciones necesarias para el desarrollo sostenible de un país. Por lo tanto, existe la necesidad de encontrar formas de combinar el diseño de un proyecto sostenible, con una evaluación de sus implicaciones más amplias (Abaza, Bisset y Sadler, 2004).

Con la globalización de los problemas ambientales, la evaluación del impacto ambiental se está convirtiendo en un tema de mayor discusión debido a que el crecimiento económico está degradando rápidamente los ecosistemas y comprende un obstáculo para la sostenibilidad a largo plazo de los países en desarrollo. Debido a esto, la evaluación de impacto ambiental ha sido reconocida como una herramienta que puede ser de ayuda en la protección de los ecosistemas y contribuir al desarrollo sostenible (Yanhua, et al., 2011).

La situación actual conduce a la creciente preocupación por mantener bajo control el impacto sobre el medio ambiente de actividades, productos o servicios (Olaru, Pirnea, y Sandru, 2013) que se encuentren en el marco de la gestión de un proyecto. De igual forma, considerando un enfoque de sostenibilidad, se precisan metodologías que permitan cuantificar los posibles impactos ambientales, con el objetivo de prevenirlos o mitigarlos. En este sentido, la Evaluación Ambiental (EA) cuyo objetivo principal es la preservación y prevención de los recursos renovables y no renovables (Nouri, et al., 2009), puede estar al servicio del procedimiento de desarrollo sostenible como la herramienta más importante que dirige la tendencia de desarrollo hacia la sostenibilidad y por lo tanto, mejorar los índices de desarrollo sostenible (Sharifzadegan, Gollar y Azizi, 2011).

Existe una preocupación debida a la posibilidad de que el consumo humano supere la capacidad productiva de la Tierra en las próximas décadas (Running, 2010). Con la mejora en la tecnología y el incremento en la comodidad y calidad de vida, el hombre destruye inadvertidamente su nido (Rilwani, 2010). El modelo occidental de desarrollo económico ha provocado un proceso de degradación ambiental de difícil resolución (Ioppolo, 2014), es por esto que existe la necesidad de investigar sobre metodologías utilizadas para la evaluación ambiental, las cuales permiten establecer las condiciones que deben cumplir los proyectos que puedan tener un impacto ambiental, de

acuerdo con el principio de desarrollo sostenible y con la consideración para el desarrollo social, económico y ambiental (Wsozaek, et al, 2014).

Como una iniciativa del grupo de Investigación Finance & Management adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, más específicamente en el marco del curso Estudio Ambiental del Proyecto de la Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos, en este artículo se presenta una revisión del conocimiento acumulado que hace parte de la investigación documental basada en el análisis de contribuciones científicas publicadas y que según Vargas y Calvo (1987) tiene como objetivo catalogar y sistematizar la producción en el área del conocimiento, en relación con las metodologías utilizadas para medir el impacto ambiental en proyectos de inversión a la luz de la temática de sostenibilidad y cuyo campo de conocimiento está asociado a la formulación de proyectos.

Con este propósito se procedió por la búsqueda, recolección y depuración de textos concernientes al tema, a partir del análisis de los documentos se elabora un marco de la situación actual en el contexto en el que se encuentra esta temática y se señalan las principales metodologías utilizadas para la evaluación ambiental en proyectos de inversión aplicadas a sectores específicos. Cabe resaltar que a lo largo del documento, se presentan algunos conceptos que mencionan los autores, pero por efecto del alcance de la investigación, solo serán mencionados, tal como lo hacen los autores en la revisión de la literatura. Finalizando, se presenta en una tabla del compendio respectivo de las metodologías mencionadas, las cuales se clasificaron respecto a seis conceptos, sirviendo como cuadro informativo y comparativo.

2. Aspectos relacionados con la evaluación ambiental

Historia y antecedentes de la evaluación ambiental

La Red Huella Global estima que la huella ecológica mundial excedió la biocapacidad de la Tierra a finales de 1970 (Wackernagel, et al., 2002). Debido al cambio climático, al aumento de la población y otros factores hay una creciente necesidad de establecer indicadores medioambientales adecuados para permitir que los responsables de la toma de decisiones realicen juicios informados con respecto a las políticas, programas, planes y proyectos (Cloquell, Monterde-Díaz y Santamarina-Siurana, 2006). Sin embargo, el desarrollo sostenible es un fenómeno complejo y multidimensional con una amplitud y profundidad que no puede ser cubierto totalmente por los actuales fundamentos teóricos de la ciencia (Rotmans, 2006).

El desarrollo sostenible se logrará una vez que todos los elementos, tales como el elemento económico, social, político y principalmente el Medio Ambiental se enfrenten al procedimiento de desarrollo desde el comienzo de los proyectos y las políticas. Esto se logrará cuando la protección del medio ambiente gane su lugar adecuado en el sistema de planificación urbana y regional.

En conformidad con lo anterior se presenta la necesidad de establecer indicadores medioambientales adecuados para permitir que los responsables de la toma de decisiones realicen juicios informados con respecto a las políticas, programas, planes y proyectos (Cloquell, et al., 2006). Estas herramientas científicas como modelos ambientales, socioeconómicos e integrados pueden proporcionar formas de estructurar y explorar los problemas y generar información cuantitativa para el análisis y la caracterización de los espacios de decisión (De Smedt, 2010).

La demanda de tipos de metodologías que combinan aspectos ambientales, económicos y otros (como los aspectos sociales y tecnológicos) ha llevado al desarrollo de una nueva generación de modelos computarizados (Salhofer, Wassermann y Binner, 2007) y metodologías multi-criterio. Sin embargo, el desarrollo sostenible es un fenómeno complejo y multidimensional con una amplitud y profundidad que no puede ser cubierto totalmente por los actuales fundamentos teóricos de la ciencia (Rotmans, 2006). La incertidumbre en la predicción de la importancia y el alcance de los impactos ambientales surgen de una información insuficiente o inexacta, respecto a los cambios inesperados en la planeación de proyectos, mediante la simplificación de los esfuerzos de monitoreo y modelización (Lasson, Therivel y Chadwick, 2005).

En consecuencia la historia de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) está ligada a décadas del desarrollo industrial y la consiguiente degradación ambiental. El proceso de EIA de Estados Unidos fue creado en 1969 con la aprobación de la Ley Nacional de Política Ambiental (NEPA), que encomendó la evaluación de los resultados ambientales de los proyectos de desarrollo. El proceso de EIA fue rápidamente adoptado por los gobiernos y las legislaturas de todo el mundo (Tullos, 2008). Alrededor de los últimos 35 años, la EIA se ha convertido en una herramienta internacionalmente aceptada y establecida para la gestión ambiental. Durante este periodo, los procedimientos se han fortalecido y la capacidad de la EIA se ha reformado en muchos contextos diferentes, incluyendo políticas de desarrollo y las economías en transición. No hay duda de que, especialmente en los sistemas de EIA más maduros, se ha generado una diferencia en los patrones de desarrollo a través de modificaciones de diseño, aprendizaje institucional, y

participación de los interesados (Jay, et al., 2004). Por otra parte, el proceso de EIA ha cambiado y ampliado su alcance, desde la caracterización básica de un número limitado de impactos para las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) más actuales, las cuales evalúan los impactos directos e indirectos y las consecuencias de direcciones de esos impactos (Therivel, 2004).

Ámbito legal de la evaluación ambiental

Durante las dos últimas décadas, muchas regulaciones y normas han sido promulgadas para que las empresas y proyectos mejoren el desempeño ambiental de sus productos y actividades (Yu, et al., 2014). La EIA desempeña un papel importante en la evaluación de los alcances y consecuencias ya en la etapa más temprana, abarcando aspectos ambientales, políticos y económicos entre países vecinos para la prevención de conflictos. Pero, los instrumentos jurídicos para el desarrollo del procedimiento de EIA difieren de país a país (Bravo y Espejel, 2007). De modo que, se puede constatar que el cumplimiento de la EIA es monitoreado a través de mecanismos de control interno por agentes del gobierno (Zhu y Ru, 2007). Sin embargo, Li y Hu (2004), documentan que los mecanismos de supervisión interna gubernamentales son capaces de animar, pero no forzar a los ministerios no ambientales a cumplir con la EIA.

Metodologías para la evaluación ambiental en proyectos de inversión

Gran cantidad de metodologías han sido aplicadas para predecir y evaluar el impacto ambiental. Existe literatura considerable sobre los métodos de evaluación del impacto ambiental y sus funciones, fortalezas, debilidades y uso relativo (Nouri, et al., 2009). Gran número de métodos existentes se pueden emplear para la evaluación ambiental de proyectos de inversión, los cuales incluyen proyecciones, análisis de sensibilidad, o escenarios de tipo cuantitativo con argumentación de tipo cualitativa (Carter, et al., 2008). Sin embargo, la aplicación y ejecución por parte de los profesionales y responsables en la toma de decisiones concernientes a la evaluación ambiental necesita ser mejorada (Sandham, 2008).

Las metodologías de evaluación ambiental pueden tener enfoques de tipo cualitativo o cuantitativo. El enfoque cualitativo confía plenamente en las decisiones de los expertos, como ejemplo; en la determinación de la probabilidad de la ocurrencia de un evento. Entre tanto el enfoque cuantitativo se basa totalmente en métodos matemáticos, donde las relaciones entre los elementos se expresan a través de variables y parámetros. Por consiguiente, se

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

requiere la comparación y el contraste de los dos tipos de enfoques (Nouri, et al., 2009). Asimismo, las metodologías utilizadas en la evaluación de la sostenibilidad deben ser transmisibles, comprensibles a los tomadores de decisiones, así como a las partes interesadas (Nas, 2011).

Según Pöder (2006), la evaluación de los impactos ambientales puede ser facilitada teniendo en cuenta la escala espacial (el área física influenciada por un aspecto medioambiental en particular), la gravedad (la combinación de la cantidad, la toxicidad, el volumen afectado, área de superficie y extensión), la probabilidad (la probabilidad del evento que causa el impacto ambiental) y duración (persistencia) de los impactos ambientales.

Por otra parte, el uso de métricas integradas, proporciona una cobertura más amplia de los aspectos de sostenibilidad desde múltiples perspectivas teóricas, lo cual hace más probable conocer los problemas potenciales de impacto en comparación con los indicadores utilizados individualmente. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para refinar sus aplicaciones en el sistema y demostrar la utilidad que tienen en la evaluación de proyectos sostenibles (Ingwersen y Cabezas, 2014). Asimismo, la fiabilidad de una evaluación de la sostenibilidad aumenta de acuerdo con el número de métricas integradas y criterios de sostenibilidad asociados que la fundamenten (Ingwersen y Cabezas, 2014).

De acuerdo con el análisis de la revisión, la literatura se clasifica en las principales metodologías de evaluación ambiental de acuerdo con seis conceptos, como se expone en la Figura 1, las cuales se definen, se dividen en subcategorías de metodologías aplicadas por autores específicos y se exponen sus ventajas y limitaciones.

Figura 1. Estructura de las metodologías de evaluación ambiental en proyectos de inversión.

```

Topic = ((Environmental* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Project* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Strategic* Assessment*) OR
(Environmental* Plan* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Life* Cycle* Assessment*) OR
(Environmental* Assessment* Techniques*) OR
(Environmental* Impact* Method*) OR
(Environmental* Sustainability* Assessment* Methodology*) OR
(Environmental* Evaluation* Project*) OR
(Environmental* Evaluation* Project* Method* Impact*) OR
(Environmental* impact*) OR
(Environmental* Assessment*) OR
(Environmental* Risk* Assessment*) OR
(Environmental* Preservation* Method*) OR
(Environmental* Mitigation* Method*))
    
```



Fuente: elaboración propia

Limitaciones de la evaluación ambiental

La Comisión Mundial de Represas señala que el proceso de EIA es a menudo limitada por cinco problemas principales: las actitudes resistentes, la integración estructural insuficiente de la EIA en la formulación de políticas / decisión, el alcance insuficiente de la EIA, las inadecuadas evaluaciones de procedimientos y la pobre calidad técnica de la EIA (Tullos, 2008). Las políticas burocráticas entre los ministerios ambientales y no ambientales, han limitado la legislación y la aplicación de la evaluación ambiental estratégica a la evaluación ambiental. El aumento de la tensión entre los ministerios de medio ambiente y no ambientales ha limitado el papel de la planificación EA como una herramienta de toma de decisiones participativa. Además, de la política burocrática, se encuentra la escasa participación pública y la falta de énfasis en el análisis social en la planificación de EA que pueden haber comprometido aún más la utilidad de la planificación de EA (Zhu y Ru, 2007).

Varias limitaciones en el proceso de EIA se mantienen incluyendo a aquellas asociadas con la incertidumbre y el significado de las proyecciones de impacto. Éstas limitaciones están directamente relacionadas con la retroalimentación entre ciencia y política, con vacíos de información en la comprensión científica descubierta a través del proceso de EIA (Tullos, 2008). En consecuencia de que la EIA es una cuestión compleja, no sólo por su amplio alcance, sino también debido a la amplia gama de atributos que influyen en su evaluación, también es necesario tener en consideración atributos difíciles de definir y componentes que pueden implicar factores tanto cuantitativos como cualitativos (Kaya y Kahrama, 2011).

La experiencia generalizada de la EIA como una herramienta de gestión ambiental anticipatoria ha generado un debate considerable sobre el grado en que se está logrando sus propósitos (Jay, et al., 2007). Señala Alshuwaikat (2005) que, los países en desarrollo tienen "solo un número limitado de sistemas de evaluación ambiental en pleno funcionamiento". Ahora bien, como resultado de la política burocrática, la Ley EIA tiene limitaciones de diseño; un alcance limitado y un papel ambiguo de las autoridades ambientales en la regulación de la planificación de la evaluación ambiental (Zhu y Ru, 2007). Adicionalmente, las preocupaciones sobre la responsabilidad de la evaluación ambiental incluyen las relativas a quién debe realizar las evaluaciones de impacto (Edmonds, 1992).

Asimismo, la exposición legal, la dificultad y el costo de cambiar el impacto, las inquietudes de las partes interesadas y el efecto en la imagen pública de la

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

exploratoria desarrollada, una lista de palabras fue presentada a los expertos del grupo de revisión quienes a través de una valoración realizó la selección de las palabras clave.

Con la elección de las palabras claves se establecieron los operadores booleanos y de posición que integrarían la ecuación de búsqueda. Finalmente, el experto en la metodología y la investigadora estructuraron la ecuación de búsqueda que se basaba en el estudio y análisis obtenido en la revisión desarrollada en el plan de proyecto. La ecuación de búsqueda utilizada en la revisión sistemática se presenta en el protocolo de investigación y fue puesta a consideración de la experta en la temática, quien aprobó su idoneidad para su implementación en la investigación desarrollada.

Protocolo de investigación

El protocolo de investigación presenta la ecuación de búsqueda (Ver Figura 3), los criterios de calidad y los criterios de inclusión y exclusión (Ver Tabla 1) que fueron implementados como directrices de la revisión sistemática desarrollada para la obtención de la mejor evidencia que garantizara la objetividad y calidad de la investigación realizada.

Figura 3. Ecuación de búsqueda

```
Topic = ((Environmental* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Project* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Strategic* Assessment*) OR
(Environmental* Plan* Impact* Assessment*) OR
(Environmental* Life* Cycle* Assessment*) OR
(Environmental* Assessment* Techniques*) OR
(Environmental* Impact* Method*) OR
(Environmental* Sustainability* Assessment* Method-
ology*) OR (Environmental* Evaluation* Project*)
OR (Environmental* Evaluation* Project* Method*
Impact*) OR (Environmental* impact*) OR
(Environmental* Assessment*) OR (Environmental*
Risk* Assessment*) OR (Environmental* Preserva-
tion* Method*) OR (Environmental* Mitigation*
Method*))
```

Fuente: elaboración propia

con los factores que promueven u obstaculizan la evaluación ambiental en el marco de la sostenibilidad; la identificación, sustentación y descripción de las metodologías utilizadas actualmente para la evaluación ambiental; el establecimiento de las metodologías que deben ser utilizadas en el proceso de evaluación ambiental en proyectos de inversión.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterio de inclusión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se incluyeron los documentos registrados en todas las bases de datos (<i>Science Citation Index Expanded</i> (SCI-EXPANDED), <i>Social Sciences Citation Index</i> (SSCI) y <i>Arts & Humanities Citation Index</i> (A&HCI)) que conforman la colección conetral de la Web of Science encontrados en la plataforma virtual de la <i>Web of Science</i>. 2. Se incluyeron los documentos que se encuentren registrados en la Web of Science en el intervalo de tiempo comprendido entre 2007 y 2014. 3. Se incluyeron solamente los tipos de documento que son artículos. 4. Se incluyeron artículos en inglés y español. 5. Se incluyeron los artículos con texto completo de la editorial.
Criterio de exclusión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se excluyeron los artículos que no sean en inglés o español. 2. Se excluyeron los tipos de documentos que son revisión, editorial, corrección, reporte de caso, resumen, carta, noticias, reunión, libro, biografía y otros. 3. Se excluyeron los artículos en inglés y español que no tienen relación directamente con la evaluación ambiental.

Fuente: elaboración propia

Selección de estudios

Los estudios fueron seleccionados en el momento en que se generó la búsqueda de documentos científicos en la plataforma virtual Web of Science aplicando los criterios de inclusión 1 y 2, dando como resultado de la búsqueda, **34.593** documentos científicos entre artículos, revisiones de libro, revisiones, trabajos precedentes, material editorial, resúmenes de reunión, capítulos de libro, artículos biográficos, correcciones, noticias, actas e impresiones. Los criterios de inclusión 3, 4 y 5, y de exclusión 1 y 2 fueron aplicados mediante un proceso de refinamiento que permite la plataforma virtual Web of Science dejando a disposición exclusiva los artículos en inglés o español y con acceso abierto, siendo el resultado de la búsqueda **2.859** artículos. Por último, se empleó el criterio de exclusión 3 a través de la lectura de los títulos y los resúmenes de los **2.859** artículos en inglés o español, reduciendo el universo a **229** artículos relacionados con la evaluación ambiental.

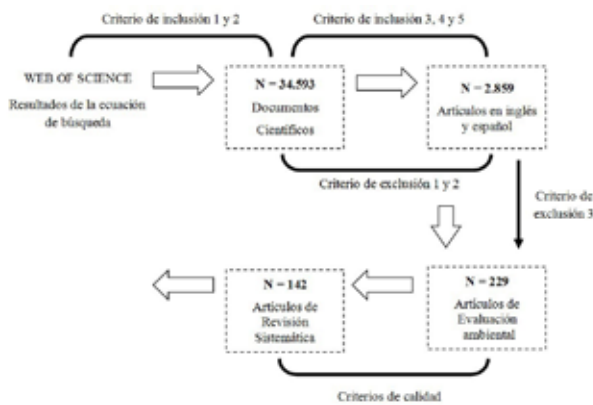
Los criterios de calidad tomados en consideración comprenden aspectos relacionados con la proporción de un aporte teórico significativo en relación



Evaluación de calidad de los estudios

Tomando como base los artículos seleccionados se realizó la depuración por medio del software *VantagePoint*, por medio del cual se seleccionaron los principales artículos, realizando posteriormente la lectura completa del contenido de los artículos para su correspondiente evaluación de acuerdo con los criterios de calidad establecidos, dando como resultado la identificación de **142** artículos adecuados para la revisión que fueron garantía en la obtención de la mejor evidencia posible. En la Figura 3 se ilustra el proceso de búsqueda y selección de los artículos científicos.

Figura 4. Proceso de Selección de Artículos para Revisión Sistemática.



Fuente: elaboración propia

Tomando como base los artículos seleccionados se realizó la depuración por medio del software *VantagePoint*, por medio del cual se seleccionaron los principales artículos, realizando posteriormente la lectura completa del contenido de los artículos para su correspondiente evaluación, de acuerdo con los criterios de calidad establecidos, dando como resultado la identificación de **142** artículos adecuados para la revisión que fueron garantía en la obtención de la mejor evidencia posible. En la Figura 4 se ilustra el proceso de búsqueda y selección de los artículos científicos.

Reporte y Diseminación de los Resultados

Los resultados obtenidos de la revisión sistemática constituyen un análisis bibliométrico de los datos proporcionados por la plataforma virtual de la Web of Science y un análisis de contenido de los artículos

seleccionados para la identificación de metodologías utilizadas para la evaluación ambiental.

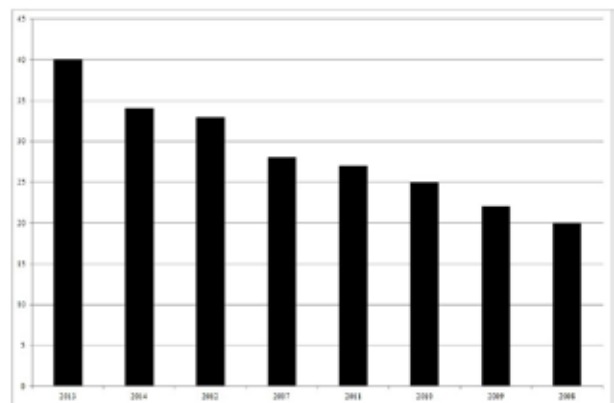
4. Análisis bibliométrico.

El análisis bibliométrico realizado permitió observar los principales países, autores, revistas e instituciones que han abordado la investigación de la evaluación ambiental. Además, se evidencia la tendencia en aumento que existe en el mundo por el desarrollo y producción de artículos que amplíen las ideas, conceptos y principios básicos, para la comprensión de la evaluación ambiental. El seguimiento realizado a la literatura de la evaluación ambiental mediante el análisis bibliométrico permitió la identificación de la dinámica de producción de artículos científicos relacionados con la temática en el mundo considerando los campos bibliográficos de países autores, revistas e instituciones en el periodo entre 2007 y 2014.

- Producción global de artículos.

En concordancia con la figura 5 se muestra que la evaluación ambiental es una temática con una tendencia en aumento del número de artículos producidos por años de publicación en el mundo. De ésta manera se observa que pese a que no había culminado el año 2014 en el momento en que se realizó la búsqueda, se presenta también crecimiento en la producción de artículos relacionados con la temática de evaluación ambiental con respecto al año anterior.

Figura 5. Producción de artículos por años de publicación.



Fuente: elaboración propia

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

- Producción de artículos por país.

Tabla 2. Países con mayor número de publicaciones.

#	País	Publicaciones
1	EE.UU	38
2	Italia	22
3	España	19
4	Reino Unido	18
5	Brasil	13
6 C	China	13
7	Australia	12
8	Francia	11
9	Alemania	9
10 C	Canadá	8
11 M	México	8
12 H	Holanda	7
13 I	India	6
14 Á	África	6
15 S	Suiza	6
16 T	Turquía	6
17 C	Colombia	5
18 D	Dinamarca	5

Fuente: Software VantagePoint

Tomando en consideración los 229 artículos relacionados con la temática de evaluación ambiental se evidenció que Estados Unidos es el país con mayor número de publicaciones (17 %), seguido por Italia (10 %), España (8 %), Reino Unido (8 %), Brasil (6 %), China (5 %), Australia (5 %), Francia (4 %), Alemania (4 %), Canadá (4 %), México (4 %), Holanda (4 %), India (3 %), África (3 %), Suiza (3 %), Turquía (3 %) y Dinamarca (3 %). En la Tabla 2, se encuentran en orden descendente los países en conformidad con el número de publicaciones relacionadas con la temática de evaluación ambiental en donde es importante resaltar que Colombia (2 %) ocupa el puesto número 17 en el ranking con 5 publicaciones.

- Producción de artículos por autores principales.

En la Tabla 3 se presentan 14 de los autores principales con dos publicaciones relacionadas con la temática de evaluación ambiental. Se puede observar que resulta significativa la ausencia de autores que lideren investigaciones en esta temática, ya que los 14 autores con dos publicaciones solo conforman el 12 % de los artículos totales y el 88 % concerniente al resto de publicaciones corresponden a un autor por cada una de ellas.



Tabla 3. Autores Principales

AUTORES	PUBLICACIONES
Bina Olivia	2
Buckley Chris	2
Chen Bin	2
Chester Mikhail	2
De Almeida	2
Buschinelli	
Finkbeiner Matthias	2
Friedrich Elena	2
Fuertes Alba	2
Lehmann Annekatriin	2
Matthews Scott	2
Rodrigues Stachetti	2
Rodrigues Aparecida	2
Sala Serenella	2

Fuente: Software VantagePoint

- Producción de artículos por universidades y revistas.

En la Tabla 4 se observan las diez principales universidades en el mundo, con dos o más publicaciones en relación con la temática de evaluación ambiental. Específicamente, el 40 % pertenece a universidades en Estados Unidos, lo que indica el nivel de avance y la ventaja que tiene este país en investigaciones concernientes a evaluación ambiental en el mundo.

Asimismo, en la Tabla 5, se pueden distinguir las principales revistas científicas con la respectiva cantidad de artículos publicados sobre la temática en cuestión. Se destaca la revista *Sustainability* por ser la que realiza mayor número de publicaciones sobre evaluación ambiental, convirtiéndose en una fuente actual de literatura, vital para el desarrollo de futuras investigaciones.

Tabla 4. Instituciones con mayor número de artículos publicados.

Universidad	País	Publicaciones
Universidad de Carnegie Mellon	EE.UU	3
Universidad de California en Berkeley	EE.UU	3
Universidad Federal de Minas y Gerais	BRAZIL	3
Universidad de Pittsburgh E	E.UU	3
Universidad Politécnico de Madrid E	SPAÑA	3
Universidad de Queensland	AUSTRALIA	3
Universidad del Estado de Arizona	EE.UU	2
Universidad Normal de Beijing C	HINA	2
Universidad tecnológica de Chalmers	SUIZA	2
Colegio de Estudio de Posgrado M	EXICO	2

Fuente: Software VantagePoint

estado del arte de las metodologías para la evaluación ambiental en proyectos de inversión

Tabla 5. Revistas con mayor número de publicaciones

Revista	Publicaciones
Sustainability	28
Environmental Research Letters	14
Energies	10
Water SA	8
Informes de la Construcción	6
Environmental Impact Assessment Review	5
International Journal of Environmental Res. P.H.	5
PLoS One	5
Current Science	4
Thermal Science	4

Fuente: Software VantagePoint

En la literatura científica de evaluación ambiental se encuentran metodologías aplicadas principalmente a

cinco sectores; hídrico, industrial, construcción, energía y transporte. Sin embargo, la literatura se encuentra principalmente orientada hacia proyectos industriales y de construcción en específico, debido a que constituyen el 34 % de las metodologías totales seleccionadas, convirtiéndose en los sectores con mayor avance en literatura científica. A través de la revisión de la literatura se identificaron 18 metodologías de evaluación ambiental catalogadas en seis conceptos (Ver Figura 1) : Evaluación de Riesgo Ambiental y Ecológico (1 metodología), Evaluación de Impacto (1 metodología), Evaluación de Impacto Ambiental (3 metodologías), Evaluación Ambiental Estratégica (1 metodología), Evaluación del Ciclo de Vida (3 metodologías) (Ver Tabla 3), y Evaluaciones Ambientales en Sectores Hídrico (1 metodología), Industrial (3 metodologías), Construcción (3 metodologías), Energía (1 metodología) y Transporte (1 metodología) (Ver Tabla 4).

Tabla 6. Metodologías de evaluación ambiental en proyectos de inversión.

METODOLOGÍA	REFERENCIA DE METODOLOGÍA APLICADA	TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL (ERA) Y EVALUACIÓN DE RIESGO ECOLÓGICO (ERE)	(EPA,1998)	Cuantitativa	Modelo conceptual para la ERE, el cual en cada fase, varios tipos de modelos son aplicables, es decir, mecanicista, probabilística, empírico, el razonamiento, a partir de datos suministrados por experimentos o bases de datos.	Analiza las características de los ecosistemas, las fuentes y los factores de estrés ambientales.	La adquisición de la cantidad y calidad de datos adecuados en el proceso es crítico.
EVALUACIÓN DE IMPACTO (EI)	(De Smedt, 2010)	Cuantitativa	Metodología que comparar el uso de herramientas científicas para la EI satisfactoria utilizada por los investigadores y los responsables políticos en casos seleccionados.	Compara el uso de herramientas científicas para lograr una EI satisfactoria.	Brecha potencial entre las contribuciones de los investigadores y los tipos de instrumentos de evaluación que los responsables políticos están dispuestos a utilizar.
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	(Nouri, et al, 2009)	Cuantitativa	Modelo dinámico, las directrices propuestas que exponen los efectos de evaluación de impacto ambiental que pueden ser mejorados en un entorno simulado y, finalmente, se seleccionando la mejor estrategia de decisión.	Flexible, considera el uso de una relación de causa y efecto entre los elementos y recoge las experiencias de expertos en un modelo.	El modelo no se puede utilizar a través de cambiar variables y elementos, por lo que los datos estarán relacionados con un campo específico y por lo tanto puede no se extienda a otros proyectos similares.
	International Association for Impact Assessment (IAIA, 1999)	Cualitativa	Nueve Principios básicos generales de aplicación EIA	Involucra a todos los interesados en el proceso de evaluación ambiental.	La subjetividad existente en identificar cuál es el nivel o el alcance de la EIA y si el proyecto a merita el desarrollo de la misma.

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	(Schweizer, et al, 2012)	Cuantitativa	Metodología en la cual la información sobre las tendencias de un sistema puede ser descubierta a través del método de Balance de Impacto Cruzado (BIC) el cual proporciona una comprobación explícita para la consistencia interna de los escenarios cualitativos	Proporciona información sobre tendencias de un sistema y realiza un análisis de sensibilidad, que puede tener profundas implicaciones para los resultados y recomendaciones de un estudio de cambio ambiental.	La subjetividad en los juicios para la relación entre variables, debido que se establecen por expertos
---------------------------------------	--------------------------	--------------	---	--	--

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Metodologías de evaluación ambiental por sector.

METODOLOGÍA	SECTORES	REFERENCIA DE METODOLOGÍA APLICADA	TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
EVALUACIONES AMBIENTALES SECTORIALES	SECTOR HÍDRICO	(Yilmazt, et al, 2010)	Cuantitativa	Metodología de gestión de los recursos hídricos que facilita las decisiones basadas en indicadores con respecto a las dimensiones ambientales, sociales y económicas, desde una perspectiva de múltiples criterios.	<ul style="list-style-type: none"> • Permiten establecer un marco de referencia de las metodologías que se están utilizando en la práctica para la evaluación ambiental en proyectos de inversión. • Se presentan estudios de caso que validan las metodologías mencionadas. • Se utilizan métricas integradas, proporcionan una cobertura más amplia de los aspectos de sostenibilidad desde múltiples perspectivas teóricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La subjetividad de los expertos para determinar los enfoques cualitativos de la evaluación ambiental. • La validez de las bases de datos. • Capacitación del personal en <i>software</i> especializados
	SECTOR INDUSTRIAL	(Hofer, et al, 2012)	Cuantitativa	Metodología integrado por el Lean Producción (LP) que es una estrategia o filosofía que promueve el uso de las prácticas, como el Kanban, un tipo de sistema de programación, la gestión de calidad total (TQM) y el justo a tiempo (JIT), para reducir al mínimo la chatarra y residuos .		
	SECTOR INDUSTRIAL	(Ieoppolo, et al, 2014)	Cuantitativa	Modelo ambiental de Lean Management Ambiental (LM) introduce la variable ambiental a lo largo de todos los procesos, imponente eco-eficiencia en la producción y el uso de los recursos, materiales y energía, y también la introducción de los objetivos de reducción de los impactos ambientales.		
		(Yang, et al, 2012)	Cuantitativa	Metodología de marco multicriterio para la evaluación de la sostenibilidad basada en ECV. Que se controla mediante la propuesta de un marco de evaluación con una serie de indicadores.		
	SECTOR CONSTRUCCIÓN	(Chen, et al, 2006)	Cuantitativa	Metodología capaz de evaluar cuantitativamente los niveles de contaminación y peligro de los procesos y proyectos de construcción.		
EVALUACIONE AMBIENTALES SECTORIALES	SECTOR CONSTRUCCION	(Gangolells, et al,2009)	Cuantitativa	Metodología propuesta es capaz de comparar el impacto medioambiental global de diversos proyectos de construcción para clasificar la importancia de los diversos impactos ambientales de cada uno de estos proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> • Permiten establecer un marco de referencia de las metodologías que se están utilizando en la práctica para la evaluación ambiental en proyectos de inversión. • Se presentan estudios de caso que validan las metodologías mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La subjetividad de los expertos para determinar los enfoques cualitativos de la evaluación ambiental. • La validez de las bases de datos.
		(Morales, et al, 2010)	Cuantitativa	Metodología IE utilizada a través de un programa de ordenador, que consiste en una base de datos para la planificación, organización, control y gestión de todas las fases de construcción basadas en la teoría de Caso de Razonamiento Base.		



estado del arte de las metodologías para la evaluación ambiental en proyectos de inversión

EVALUACIONE AMBIENTALES SECTORIALES	SECTOR ENERGÍA	(Kang, et al, 2011)	Cuantitativa	Modelo MCDM integrado; modelado estructural (ISM) que tiene en cuenta los beneficios, oportunidades, costos y riesgos (BOCR) mediante un proceso de análisis de red difusa (FANP).	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan métricas integradas, proporcionan una cobertura más amplia de los aspectos de sostenibilidad desde múltiples perspectivas teóricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del personal en <i>software</i> especializados
	SECTOR TRANSPORTE	(Zang, et al, 2013)	Cuantitativa	Metodología que se dirige a la interacción entre la autoridad logística, operadores logísticos, y los usuarios de logística y también incorpora explícitamente el impacto de las economías de escala un parque logístico.		

Fuente: elaboración propia

5. Conclusiones

Las principales líneas de investigación en la literatura de metodologías utilizadas para la evaluación ambiental corresponden a la definición de los conceptos asociados a la evaluación ambiental, las metodologías existentes en un sector específico, aplicadas a un estudio de caso y el ámbito legal que incluye la investigación del desarrollo de leyes y normativas enfocadas a la sostenibilidad. Asimismo, la importancia, necesidad y complejidad de la evaluación ambiental, la han convertido en una temática científica estudiada y desarrollada a nivel mundial con una tendencia en aumento promedio aproximada del 10 % entre el 2007 y 2014. Siendo Estados Unidos, Italia, España, Reino Unido y Brasil los países con la mayor participación en la dinámica de producción de artículos científicos sobre evaluación ambiental.

Es evidente la ausencia de autores que lideren la investigación de esta temática, ya que en el top 14 de los autores principales solo se encuentra el 12 % de los artículos totales y el 88 % restante se trata de autores diferentes en cada artículo. Comparando los 229 artículos analizados se evidenció que los Estados Unidos con el (17 %) es el país con mayor número de publicaciones, seguido por Italia con el (10 %) y España (8 %). Es importante resaltar que Colombia (2 %) ocupa el puesto número 17 en el ranking con 5 publicaciones.

Dentro de las principales diez universidades en el mundo, con dos o más publicaciones sobre el tema, el 40 % pertenece a universidades de los Estados Unidos, lo que indica el nivel de avance y la ventaja que tiene este país en investigación con respecto al tópico de evaluación ambiental asociada a la temática de proyectos a nivel mundial y que constituye un desafío para los demás centros de conocimiento en la medida que se procure la producción científica con respecto al asunto en cuestión. Adicionalmente, se destaca la revista Sustainability por ser la que más realiza publicaciones

sobre la evaluación ambiental, convirtiéndose en una fuente actual de literatura, vital para el desarrollo de futuras investigaciones.

El desarrollo económico ha provocado un proceso de degradación ambiental de difícil resolución, en consecuencia se ha generado la necesidad de establecer metodologías adecuadas que permitan a los responsables de la toma de decisiones realizar juicios con fundamentación en todas las etapas de realización de un proyecto. Haciendo énfasis en el uso de metodologías debido a que hacen más probable iluminar los problemas potenciales, en comparación con el uso de indicadores de impacto ambientales individuales.

Para lograr el desarrollo sostenible integrando los tres pilares; económico, social y principalmente ambiental, se requiere en primer lugar que existan metodologías de evaluación, que permitan cuantificar los posibles impactos negativos de un proyecto, sobre el medio ambiente, con el fin de tomar medidas de prevención o mitigación. Las políticas burocráticas, la tensión entre los ministerios ambientales y no ambientales, la escasa participación pública, el alcance limitado, la responsabilidad sobre quien la debe realizar y el papel ambiguo de las autoridades ambientales en la regulación de la planificación, han sido las razones por las cuales la evaluación ambiental tiene limitaciones y por consecuencia ha sido cuestionada a nivel mundial en términos de su eficacia y practicidad.

Los países en desarrollo tienen solo un número limitado de sistemas de evaluación ambiental en pleno funcionamiento, por esto que se asegura que la única área de la toma de decisiones donde la evaluación de impacto ambiental juega un papel consistente es en el establecimiento de condiciones de permisos de planificación.

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

Lo que confirma la hipótesis de que la evaluación ambiental solo se tiene en cuenta como un requisito legal en la realización de un proyecto de inversión, mas no como estrategia global enfocada a la sostenibilidad.

Una cooperación más estrecha entre los evaluadores de impacto ambiental, evaluadores de riesgos y expertos mixtos permitiría obtener información más eficaz en el proceso de evaluación ambiental. La evaluación de impacto ambiental es considerada típicamente como un factor útil que contribuye, pero que no es totalmente integrada en los modelos institucionales de toma de decisiones en el desarrollo de proyectos de inversión.

Asimismo, es necesario que paulatinamente se evidencie la diferencia entre lo que representa una verdadera evaluación ambiental de proyectos frente a una simple comprobación de requisitos legales que habiliten la licencia ambiental para permitir su ejecución. Tal y como se ha expresado en el presente estudio, hay variedad de metodologías útiles que pueden ser aplicadas desde una perspectiva amplia y que permiten que la gerencia de proyectos como concepto global piense cada vez más en términos de desarrollo sostenible. También, se lograrán múltiples oportunidades de investigación futura que se deriven y contribuyan al crecimiento sostenido de la sociedad en general.

Referencias bibliográficas

Abaza, H., Bisset, R., y Sadler, B. (2004). *Environmental impact assessment and strategic environmental assessment: towards an integrated approach*. Ginebra: UNEP/Earthprint.

Alshuwaikhat, H. (2005). Strategic Environmental Assessment Can Help Solve Environmental Impact Assessment Failures In Developing Countries. *Environmental Impact Assessment Review*. 25, 307–317.

Bravo, L. y Espejel, I. (2007) Evaluación Ambiental Estratégica, Propuesta Para Fortalecer La Aplicación Del Ordenamiento Ecológico Caso de Estudio “La Región Mar De Cortés”. *Gestión y Política Pública*. (11) 147-170.

Carter R., Jones N., Lu X., Bhadwal S., Conde C., Mearns L. O., O’neill B. C., Rounsevell M. D. A. y Zurek M. B. (2007). New assessment methods and the characterisation of future conditions Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Energy Policy* (36) 386–403.

Chen Z. & Li, H. (2006). *Environmental Management in Construction: A Quantitative Approach*. London: Taylor & Francis.

Cloquell-Ballester V., Monterde-Díaz R. & Santamarina-Siurana M. (2006). Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. *Environ Impact Asses Rev* (26) 79-105.

De Smedt Peter. (2010). *The Use Of Impact Assessment Tools To Support Sustainable Policy Objectives In Europe*. Recuperado de [Http://Www.Ecologyandsociety.Org/Vol15/Iss4/Art30/Despeisse](http://www.ecologyandsociety.org/Vol15/Iss4/Art30/Despeisse).

Edmonds, R. (1992). The Sanxia (Three Gorges) Project: The Environmental Argument Surrounding China’s Super Dam. *Global Ecology and Biogeography Letters*. 2, 105–125.

Epa. (1998) *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. Washington: U.S. Environmental Protection Agency

European Environment Agency. (2014). *Digest of EEA Indicators 2014*. Recuperado de <http://www.eea.europa.eu/publications/digest-of-eea-indicators-2014>

Gangoellis, M., Casals M., Gasso, S., Forcada, N., & Fuertes, X. (2009). A Methodology For Predicting The Severity Of Environmental Impacts Related To The Construction Process Of Residential Buildings. *Building and Environment* (44) 558– 571.

Hofer, C., Eroglu, C. & Hofer, A. (2012). The Effect of Lean Production on Financial Performance: The Mediating Role of Inventory Leanness. *Int. J. Prod. Econ.* (138), 242–253.

IAIA (2002. 16 de febrero). Impact Assessment in the Corporate Context. Recuperado de <http://www.iaia.org/publications-resources/downloadablepublications.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Iberoamericano (2012). *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones*. Recuperado de: <http://www.cochrane.es>

Ingwersen, W. y Cabezas, H. (2014). Integrated Metrics For Improving The Life Cycle Approach To Assessing Product System Sustainability. *Wesley Ingwersen. Sustainability*, 6, 1386-1413

Ioppolo, G., Cucurachi, S. Salomone, R. Saija, G. & Ciraolo, L. (2014). Industrial Ecology and Environmental Lean Management: Lights and Shadows. *Sustainability*, (6), 6362-6376.

Stephen, J., Jones, C. & Therivel, R. (2007). *Environmental Impact Assessment: Retrospect and*



Prospect. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925506001338>

Kang, H., Hung, M., Pearn, W. & Kang, M. (2011). An Integrated Multi-Criteria Decision Making Model For Evaluating Wind Farm Performance. *Energies*, (4), 2002-2026

Kaya, T. & Kahrama C., (2011). *An Integrated Fuzzy AHP-ELECTRE Methodology for Environmental Impact Assessment*. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/220219222_An_integrated_fuzzy_AHP-ELECTRE_methodology_for_environmental_impact_assessment

Lasson, J., Therivel, R. & Chadwick, A. (2005). *Introduction to Environmental Impact Assessment: Principles and Procedures, Process, Practice and Prospects*. New York: UCL.

Li, A. & Hu, C. (2004). *Comparisons between US and Chinese strategic environmental assessment systems*. *Contemporary Legal Science*. (1), 109–120.

Morales, G., Jungles, A., Scheidemantel, S. y Guarda, J. (2010). *Ei Scale - An Environmental Impact Assessment Scale Related To The Construction Materials Used In The Reinforced Concrete*. (53), n.º 6, 1511-1518,

Nas. (2011). *Sustainability and the U.S. EPA; Committee on Incorporating Sustainability in the U.S. Environmental Protection Agency*. USA: National Research Council, National Academy of Sciences.

Nouri, J., Fatemi, M., Danekar A., Fahimi Fg., & Karimi, D. (2009). Determination of Environmentally Sensitive Zones along Persian Gulf Coastlines through Geographic Information System. *J. Food. Agri. Environ.* (2): 718-725.

Nouri, J. Jassbi, J. Jafarzadeh, N. Abbaspour, M. & Varshosaz, K. (2009). Comparative Study of Environmental Impact Assessment Methods Along With a New Dynamic System-Based Method. *Frican Journal of Biotechnology* (14), 3267-3275.

Olaru, M., Pirnea, I. & Sandru, M. (2013). Monte Carlo Method Application for Environmental Risks Impact Assessment in Investment Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 109, 940 – 943.

O'faircheallaigh, C. (2010). Public Participation and Environmental Impact Assessment: Purposes, Implications, and Lessons for Public Policy Making. *Environmental Impact Assessment Review* (30) 19–27.

Sinapsis 7 (7): 21 - 34. 2015. Armenia - Colombia

Pöder, T. (2006). *Evaluation of environmental aspects significance in ISO 14001*. *Environmental Management* (5):732–43.

Portha, J., Jaubert. N. & Loure, P. (2010). Life Cycle Assessment Applied To Naphtha Catalytic Reforming. *Oil & Gas Science and Technology. Rev. Ifp Energies Nouvelles*, (65) n.º 5, 793-805.

Rilwani, M. & Agbanure, F. (2010). An Assessment of the Environmental Impact of Asphalt Production in Nigeria. *Anthropologist* (4): 277-287.

Rotmans, J. (2006). Tools for integrated sustainability assessment: a two-track approach. *Integrated Assessment Journal* (4), 35-57.

Running, S. (2012). Measurable planetary boundary for the biosphere. *Science* (337), 1458–1459.

Salhofer S., Wassermann G. & Binner E. (2007). Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study. *Environmental Modelling & Software* 22, 610-618.

Sandham, L. (2008). *The quality of environmental impact reports for projects with the potential of affecting wetlands in South Africa*. Recuperado de http://www.wrc.org.za/Knowledge%20Hub%20Documents/Water%20SA%20Journals/Manuscripts/2008/02/WaterSA_2008_02_2210.pdf

Schweizer, V. & Kriegler, E. (2012). *Improving Environmental Change Research with Systematic Techniques for Qualitative Scenarios*. Recuperado de <http://iopscience.iop.org/1748-9326/7/4/044011>

Sharifzadegan, M., Gollar, P., & Azizi H. (2011). Assessing the Strategic Plan of Tehran By Sustainable Development Approach, Using The Method Of “Strategic Environmental Assessment (Sea)”. *Procedia Engineering* (21) 186-195.

Thorpe, R. Holt, R. Pittaway, L. & Macpherson, A. (2006). Knowledge within Small and Medium Sized Firms: A Systematic Review of the Evidence. *International Journal of Management Reviews*. (4), 257-281.

Tranfield, D., Denyer, D. & Smart, P. (2003). Towards A Methodology For Developing Evidence-Informed Management Knowledge By Means Of Systematic Review. *British Journal of Management*. (14) 207-222.

Orlando E. Contreras, Carolina González Guarín, Alejandra Barbosa Calderón

Tullos, D. (2008). Assessing the Influence of Environmental Impact Assessments on Science and Policy: An Analysis of the Three Gorges Project. *Journal of Environmental Management* (30) 1–16.

Therivel R. (2004). *Strategic Environmental Assessment in Action.*, London: Earthscan

Vargas, G. y Calvo, G. (1987). Seis Modelos Alternativos de Investigación Documental Para el Desarrollo de la Práctica Universitaria en Educación... El Caso del Proyecto de Extensión REDUC - Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional. *Revista Educación Superior y Desarrollo* (5).

Wackernagel, M., Schulz, N., Deumling, D., Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N. & Norgaard, R. (2002). Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy. *Proc. Natl. Acad. Sci. Usa*, (99), 9266–9271.

Wszoaek T., Klaczynski M., Mleczko D. y Ozga A. (2014) On Certain Problems Concerning Environmental Impact Assessment of Wind Turbines in Scope of Acoustic. *Acoustic and Biomedical Engineering* (125).

Yang, J. Chen, B., Qi, J. Zhou, S. & Jiang, M. (2012) *Life-Cycle-Based Multicriteria Sustainability Evaluation of Industrial Parks: A Case Study in China*. Recuperado de <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/917830/>

Yanhua, Z., Song, H., Hongyan, L., & Beibei, N. (2011). Global Environmental Impact Assessment Research Trends (1973-2009). *Procedia Environmental Sciences* (11) 1499-1507.

Yilmaz, B. & Harmancioglu, B. (2010). Multi-Criteria Decision Making For Water Resource. *Management: A Case Study Of The Gediz River Basin, Turkey*. (36) 1816-7950.

Yu, X. Sekhari, A. Nongaillard, A. Bouras, A. & Yu, S. (2014). *A Sensitivity Analysis Approach to Identify Key Environmental Performance Factors*. Recuperado de <Http://Dx.Doi.Org/10.1155/2014/918795>.

Zhang, Y., Hu, G. & Brow, R. (2013). *Life Cycle Assessment of the Production of Hydrogen and Transportation Fuels From Corn Stover via Fast Pyrolysis*. Recuperado de <http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/2/025001>

