CAPÍTULO XXIII

SISTEMAS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA PARA LA VALORACIÓN DEL IMPACTO DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA SOBRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS URBANOS EN MEDELLÍN, COLOMBIA

Claudia Patricia Flórez Flórez

MSc. Bosques y Conservación Ambiental. Uniremington. Medellín, Colombia.
Correo electrónico: claudia.florez@uniremington.edu.co.

Edilgardo Loaiza Betancur

PhD. Contabilidad. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. Correo electrónico: eloaiza@poli.edu.co.

Jorge Ignacio Montoya Restrepo

PhD. Sostenibilidad. Tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: jmontoya@tdea.edu.co.

Resumen

La relevancia que a nivel económico representa el análisis de los procesos productivos para las compañías es con frecuencia alta y se asocia con una práctica frecuente de mediciones y seguimientos que permiten gestionar los recursos en beneficio de los propietarios del negocio. Sin embargo, ya no es solo lo económico lo que despierta y requiere interés por parte de los empresarios y la comunidad en general. La tendencia global, en concordancia con los objetivos del desarrollo sostenible es, entre otros, la preservación de los recursos naturales y el respeto por el medio ambiente. Con esta investigación se tiene como objetivo proponer un sistema de información contable ambiental, mediante indicadores y costeo de flujo de materiales, que contribuya con la identificación y medición de los impactos medioambientales que se generan a partir de una práctica productiva, particularmente en PYMES. Se plantea la utilización de parámetros basados en la propuesta de valoración internacional, según orientaciones teóricas y prácticas, como las planteadas en La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, por sus siglas en inglés), Análisis de Ciclo de Vida y la Contabilidad de Costos de flujo de materiales (norma ISO 14051) que conduzca a un reflejo en los informes de gestión. Estos parámetros serán desarrollados o complementados, realizando un estudio de campo, enmarcado en una investigación de tipo explicativa, en una empresa sobre la cual sea permitido realizar un análisis minucioso a uno de sus procesos productivos. Al finalizar el proyecto se espera contar con herramientas que faciliten la presentación de indicadores y de cifras que pudieran potencialmente adecuarse a los estados financieros, y que reflejen el impacto de la compañía sobre el medio ambiente, en la línea de un modelo de Responsabilidad Social Empresarial.

Palabras clave: análisis del ciclo de vida, flujo de materiales, impactos ambientales, servicios ecosistémicos urbanos, valoración de impactos.

ECONOMIC INFORMATION SYSTEMS FOR THE VALUE OF THE IMPACT OF SMALL INDUSTRY ON URBAN ECOSYSTEM SERVICES IN MEDELLIN - COLOMBIA

Abstract

The relevance that at the economic level represents the analysis of the productive processes for the companies is frequently high and is associated with a frequent practice of measurements and follow-ups that allow managing the resources for the benefit of the business owners. However, it is no longer just the economic thing that awakens and requires interest from businessmen and the community in general. The global trend, in accordance with the objectives of sustainable development is, among others, the preservation of natural resources and respect for the environment. This research seeks to propose an environmental accounting information system, through indicators and material flow costing, that contributes to the identification and measurement of the environmental impacts that are generated from a productive practice, particularly in SMEs. The use of parameters based on the proposal of international assessment is proposed, according to theoretical and practical guidelines, such as those proposed in The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), Life Cycle Analysis and Accounting of Material flow costs (ISO 14051) that leads to a reflection in the management reports. These parameters will be developed or complemented, carrying out a field study, in a company on which it is allowed to perform a thorough analysis of one of its production processes. At the end of the project, it is expected to have tools that facilitate the presentation of indicators and figures that could potentially be adapted to the financial statements, and that reflect the company's impact on the environment, in line with a Corporate Social Responsibility model.

Key words: environmental impacts, impact assessment, life cycle analysis, material flow, urban ecosystem services.

Introducción

Las problemáticas asociadas a la generación de servicios ecosistémicos de tipo rural en nuestro entorno han sido muy abordadas, reconociendo que son la fuente principal de los recursos que nos proporcionan bienestar y calidad de vida en diversos sentidos. Sin embargo, los asuntos que tienen que ver con el sector urbano han sido menos explorados. Los servicios ecosistémicos que benefician las zonas urbanas han sido afrontadas mediante iniciativas globales como la Evaluación de los Ecosistemas

del Milenio, y La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB, 2011), sin embargo, si se compara con otros ecosistemas, como los bosques, se evidencia que la atención no ha sido suficiente (Gómez y Barton, 2013).

Al respecto (Chan, Satterfield, & Goldstein, 2012) opinan, que la mayoría de los estudios sobre el tema se han centrado en servicios de ecosistemas únicos y / o dimensiones de valor. Por ejemplo, mientras que los valores monetarios han sido ampliamente examinados en la literatura, la descripción o medición de valores simbólicos, culturales, de identidad y otros valores no económicos permanecen en gran medida inexplorados.

Los ecosistemas urbanos sostenibles fueron definidos como “ecosistemas éticos, efectivos, sanos y equitativos”, con características de desarrollo como, gestión de residuos y energía renovable (Stossel, Kissinger, & Meir, 2015), economías verdes, incluidas tecnologías limpias, políticas fiscales verdes, infraestructura verde, etc. (Zygiaris, 2013), entre otras. La sostenibilidad urbana incluye una serie de temas como biodiversidad, energía, balance de materiales, contaminación del aire, isla de calor, contaminación acústica, entre otros; pero para esto se requiere un aporte desde la industria misma, que considere dentro de sus esquemas de gestión, la implementación de estrategias que permitan realizar aportes que apunten a un manejo limpio de sus procesos. Estos esquemas son ampliamente divulgados por las grandes compañías, mostrando resultados aparentemente exitosos, sin embargo, en el sector productivo correspondiente a las pequeñas empresas (mayoría en nuestra sociedad) su implementación es escasa. Por un lado, porque no existe una exigencia legal suficientemente clara, y por otro, porque en términos contables no se poseen unos modelos o sistemas de valoración que puedan vincularse de manera natural a los estados financieros, ni tampoco indicadores integrados al modelo de negocio. Sin contar con que producir bajo lineamientos de sostenibilidad, no es aún un tema culturalmente arraigado.

Los indicadores urbanos sostenibles se han definido como “medidas físicas, químicas, ecológicas o socioeconómicas” que pueden medir variables ambientales o de ecosistemas complejos (Dizdaroglu, 2015), pero estos indicadores no son siempre de aplicación sencilla y tampoco la correspondiente contabilización. Se requieren modelos que orienten a los usuarios y principalmente, que se adecúen a las compañías, para facilitar las decisiones económicas, sin que se pase por alto que dichas decisiones

impactan directa o indirectamente los recursos naturales; que suelen ser invisibles en las medidas económicas que se toman, y que han conllevado a reducir progresivamente el capital natural, sin entender los costos reales de sustituir los servicios prestados por la naturaleza, ni que las soluciones alternativas realizadas por el hombre son a veces demasiado costosas para sustituir o reemplazar dichos servicios (TEEB, 2011).

En el estudio *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad* (TEEB, 2015), que fue dirigido al público integrado por investigadores de las ciencias económicas y biológicas, se presentaron diversas metodologías de valoración de los servicios de los ecosistemas y para la examinación de los costos económicos de la pérdida de biodiversidad y los costos y beneficios de acciones encaminadas a reducir dichas pérdidas. Sin embargo, sobre esto han surgido diversas preocupaciones que tienen que ver con la valoración de los servicios de la naturaleza...En primer lugar, la valoración de la naturaleza implica necesariamente cierto grado de subjetividad. (...) En situaciones complejas que impliquen múltiples ecosistemas y servicios, y/o una pluralidad de convicciones éticas o culturales, los datos de valoración pueden ser engañosos (p. 7).

La segunda preocupación parte de la idea de que estos valores no son medibles en las mismas unidades, lo que los hace inconmensurables; sin embargo, la idea de valoración se basa en la premisa de que la naturaleza se puede reducir a una unidad común (normalmente monetaria), lo que la haría mensurable. “Esta preocupación es muy seria, y cualquier estimación de un valor económico total corre el riesgo de no incluir aspectos importantes. Por tanto, es esencial comunicar los valores monetarios con diligencia, aclarando qué dimensiones cubren y cuáles no, y comunicarlos como límite inferior, no como ‘valor real’”.

La tercera preocupación tiene que ver con el temor de que a la incertidumbre ecológica se le agregue la incertidumbre económica. El documento TEEB (2015) presupone que opera en un ámbito de incertidumbre científica sobre los servicios ecosistémicos, que puede arraigarse si se agrega un análisis económico a esa incertidumbre. La disponibilidad actual y futura de recursos naturales y servicios ecosistémicos es incierta, lo que dificulta o probablemente imposibilita su valoración económica.

La siguiente, cuarta, preocupación tiene que ver con la “financiarización” de la naturaleza y sus servicios, que potencialmente exacerbará su mercantilización y comercialización. Esta crítica sugiere que, una vez identificados los valores de la naturaleza en términos monetarios, se convertirá en mercancía, siendo objeto de libre comercio. “Asignar un valor a los servicios ecosistémicos de la naturaleza no debe malinterpretarse como poner precio a la naturaleza” (TEEB, 2015, p. 8).

Pese a lo anterior es el mismo estudio TEEB (2015) el cual manifiesta: es claro que “Demostrar el ‘valor’ en términos económicos es esencial para comprender las consecuencias de los cambios en el uso del territorio o su gestión, y pueden ser importantes para alcanzar mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales” (TEEB, 2015, p. 6), razón por la que se sigue en la búsqueda de recursos que permitan de manera directa o indirecta generar información que refleje el impacto de las prácticas empresariales sobre el medio ambiente.

La caracterización y, análisis del ciclo de vida de los productos (ACV), en complemento con la contabilidad de costos del flujo de materiales (CCFM), son herramientas que pueden contribuir a la integración de acciones que vayan en la vía deseada de identificar los procesos que generan impactos adversos, y su valoración.

Considerando los instrumentos propuestos actualmente para la medición y revelación de cifras asociadas al desgaste de los recursos naturales y servicios ecosistémicos, que resulta de los procesos en el sector industrial, la pregunta que surge es la siguiente: ¿Es posible adecuar un sistema de indicadores directos y/o indirectos, y herramientas de medición contable a nivel de pequeñas y medianas empresas, que reflejen el impacto generado por los procesos productivos sobre los servicios ecosistémicos a nivel urbano, que aterricen las cifras a Estados Financieros haciéndolas reconocibles a los ojos de los grupos de interés que forman parte del sector industrial y del Estado?

La relevancia de la presente propuesta se fundamenta en la necesidad sentida de contar con recursos que faciliten a las empresas que no se encuentran arraigadas en cuanto a prácticas de Responsabilidad Social, la medición de su impacto sobre los recursos naturales, además de los beneficios que las buenas prácticas conllevan para la

sociedad en general; no solo en el ámbito económico, sino también, y principalmente, en el humano. La implementación de esquemas orientados al cuidado del medio ambiente, tales como la conservación y restauración de los servicios de los ecosistemas, mediante buenas prácticas puede reducir las huellas ecológicas y las deudas ecológicas de las ciudades, al tiempo que mejora la resiliencia, la salud y la calidad de vida de sus habitantes.

De acuerdo con los Objetivos del Desarrollo Sostenible – ODS, Agenda 2030, la producción y consumo responsable es necesaria para lograr un crecimiento en sintonía con el desarrollo sostenible (CEPAL, 2015). La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, así como apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030.

Elevar la importancia del tema de la gestión de los ecosistemas requiere tomar en consideración su protección frente a la contaminación en el diseño de instrumentos y reconocer la importancia de los servicios que ellos prestan en materia de provisión (ej.: agua) y regulación (ej.: regulación de riesgos naturales, de la calidad del aire y de la purificación del agua). El tema de competitividad está asociado con la creación de riqueza y bienestar, las evidencias indican que los países más avanzados tienen un alto desempeño ambiental y son muy competitivos, por lo que implementar instrumentos, para reducir la contaminación podría contribuir a hacer más competitivo del país (Herrera, 2009, p. 159).

En este sentido, la Ecología Industrial, como estudio destinado a comprender la circulación de materiales y flujos de energía, busca comprender cómo funciona el ecosistema industrial, cómo está regulado y sus interacciones con la biosfera, con el fin de determinar de qué manera se puede reestructurar un ecosistema industrial, para asemejarse a cómo funcionan los ecosistemas naturales, entendiendo que en definitiva los enfoques tradicionales son insuficientes para tratar los desechos industriales durante el proceso de elaboración de un producto (Saavedra, Iritani, Pavan y Ometto, 2018). Asociado a este concepto se encuentran conceptos como el de Economía Circular y

Sinergia Industrial, que apuntan al logro de sistemas productivos que cierren su ciclo de manera semejante a la naturaleza, aprovechando los desechos generados en algunas industrias, que pueden ser utilizados como materias primas o materiales auxiliares por otras compañías, dando cuenta de que la mayoría de los desechos podrían ser consumidos y reutilizados internamente; así como de que la utilización eficiente de los recursos, la reducción de las emisiones de desechos pueden generar a su vez un rápido desarrollo económico (Cheng *et al.*, 2019).

Para potenciar herramientas de este tipo, que puedan ser “vendibles” al sector productivo, en especial aquel que no obtiene altas rentabilidades, es necesario el desarrollo de instrumentos de medición económicos que reflejen a los dueños de las compañías y demás grupos de interés la importancia y beneficios de acogerse a esquemas de producción limpia que posteriormente le facilitaría acogerse a modelos como los mencionados en el párrafo anterior.

Entre tanto y como punto de partida, los beneficios obtenidos a partir de la implementación de esta primera fase, se proporcionarían instrumentos que podrían permitir:

- Prevenir, mitigar, evitar el impacto ambiental desde la revelación de las realidades que se encuentran ocultas en la contabilidad y que por lo tanto no se revelan en los estados financieros: costos ocultos, costos de oportunidad, costos hundidos, costos subjetivos y costos intangibles. Así como activos, pasivos y patrimonios ambientales.
- Visibilización de posibilidades de ahorro en tasas de aseo, sobrecostos en el uso de la energía, cambiando por energías limpias, ahorro en el consumo de agua, mediante la recirculación de aguas servidas y utilización de agua lluvia. Optimización de los indicadores de DBO y SST como técnicas del cálculo de las tasas retributivas y compensatorias.
- Reciclaje, reutilización y optimización de materias primas e insumos, así como el re-uso de los desperdicios de producción.

- Motivación al fortalecimiento de un Informe de gestión ambiental, como mandato al representante legal de las empresas y como información que alimenta los indicadores y cuentas nacionales de gestión ambiental.
- Generación de insumos de información para la visibilización del GRI (Global Reporting Initiative) como informe internacional que permite visibilizar la empresa como amigable con el medio ambiente, creando a su vez preferencias en su selección por parte de clientes internacionales.
- Favorecimiento para las certificaciones de GEI, certificaciones ISO 14000, 18000, 31000, como tiquetes de entrada al comercio internacional.
- Sensibilización a los usuarios, dueños y al Estado del uso de estrategias de producción limpia que más que buscar un beneficio económico, buscan un beneficio social, atendiendo las directrices internacionales frente al medio ambiente.
- Desde el punto de vista comercial es una fortaleza para la empresa porque la cultura del consumo es apoyar a las empresas que respetan el medio ambiente.

El principal enfoque del proyecto va dirigido a la evaluación de actividades de producción en pequeñas y medianas empresas, teniendo en cuenta que es probable que no solo las grandes (como se ha considerado), sean las mayores responsables de los problemas socio-ambientales; sino que también las PYMES, por su alto grado de ocupación en las urbes, terminan siendo un actor también muy relevante que debe ser evaluado. De acuerdo con Fonseca (2013):

Las PyMES se han constituido en uno de los sectores productivos más significativos para las economías de los países a nivel mundial debido a su contribución en el crecimiento económico y a la generación de riqueza. Colombia es un país cuya economía se soporta en empresas de pequeña escala donde las PyMES, conjuntamente con las microempresas, representan al menos el 90% del parque empresarial nacional y generan el 73 % del empleo y el 53% de la producción bruta de los sectores: industrial, comercial y de servicios (p. 49).

Lo más importante es el aporte que la empresa realiza a la conservación del medio ambiente y a la sociedad, desde la perspectiva del desarrollo sostenible. En cuanto a los desarrollos contables, se propondría el modelo o el sistema de información en las políticas contables de la empresa, facilitando la aplicación del decreto 302 de 2015 y las directrices nacionales e internacionales en materia de revelación de información financiera de impacto ambiental.

El principal objetivo del estudio está dirigido a proponer un sistema de información contable ambiental para pequeñas y medianas empresas del sector industrial nacional, mediante la implementación de indicadores ambientales físicos y monetarios, y de productividad, que den cuenta del impacto sobre los servicios ecosistémicos urbanos y los recursos del negocio; contribuyendo a las cuentas ambientales y cuentas económicas nacionales.

Marco teórico

El desarrollo de este proyecto involucra conceptos que requieren ser integrados, para su ejecución. El punto de partida son los servicios ecosistémicos y recursos naturales, cuya afectación por actividades antrópicas busca ser valorada de manera directa o indirecta, mediante indicadores y cifras contables que conduzcan a una visibilización que genere mayor efecto sobre la toma de decisiones en la gestión empresarial. El estudio aborda particularmente los servicios ecosistémicos a nivel urbano, con el fin de enfocar los planteamientos a un sector bastante determinante en las condiciones de vida humanas, por ser un área con alta concentración poblacional y de niveles de explotación y emisión de contaminantes. De la mano del concepto de servicios ecosistémicos, se describen las tendencias y planteamientos que a nivel global se han divulgado, como instrumento de medición, que permita aproximarse a una cuantificación de los impactos sobre los recursos naturales, que se derivan de los procesos productivos; caso, Análisis del Ciclo de Vida (ACV), Contabilidad de Costos del Flujo de Materiales (CCFM), orientaciones para la de medición y evaluación en términos económicos; como ejemplos, Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, 2011).

Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos en general, son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y se clasifican en tres grandes grupos (Rincón *et al.*, 2014), servicios de; provisión, regulación y culturales.

- Los servicios de provisión son los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, agua, petróleo, carbón, gas.
- Los servicios de regulación son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, disminución de la contaminación auditiva, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la regulación hídrica.
- Los servicios culturales son los beneficios intangibles obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la recreación y las experiencias estéticas (MEA, 2005).

Acerca de los servicios ecosistémicos urbanos

Aunque los servicios de los ecosistemas urbanos han sido abordados por reconocidas iniciativas económicas – ambientales, según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, 2011), si se comparan con otros ecosistemas como los humedales o bosques, la atención prestada a los ecosistemas urbanos se queda relativamente corta.

La actual dinámica demográfica humana en las ciudades ha llevado a estimar que para el año 2050 el 80% de la población humana podría vivir en zonas urbanas (UNDESA 2010), lo cual anticipa profundas consecuencias para la relación entre la raza humana y el resto de la naturaleza. El ritmo de vida de los centros urbanos crea una ilusión de distanciamiento con el mundo natural, pero todas las actividades llevadas a cabo en la ciudad dependen de algún modo de los ecosistemas terrestres y sus funciones. La energía de los medios de transporte, las materias primas para los aparatos, los alimentos, la cómoda eliminación de desechos, depende de los recursos biológicos; pero

esta presión y su efecto sobre los recursos son situaciones que constantemente no son percibidas con claridad desde el punto de vista económico (TEEB, 2010).

Valoración económica para medir el impacto sobre servicios ecosistémicos

A nivel internacional se han elaborado diversos planteamientos con el propósito de alinear los esquemas contables convencionales con las tendencias mundiales, reconociendo que el punto de partida deben ser los instrumentos e indicadores habituales de la contabilidad.

A escala global, la valoración económica de recursos ambientales y los impactos de las prácticas productivas sobre los servicios ecosistémicos, surge de lo expuesto en uno de los cinco informes emitidos como resultado del Estudio “La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad” (TEEB, 2011). La estrategia sugerida por este estudio consiste en analizar y estructurar la valoración a partir de tres niveles de acción diferentes:

1. Reconocer el valor: identificar los beneficios del ecosistema (servicios ecosistémicos).
2. Demostrar el valor: usar herramientas y métodos económicos para que los servicios de la naturaleza sean económicamente visibles; y
3. Capturar el valor: de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones mediante incentivos y señalización de precios.
4. Estructurar esta valoración, además de resaltar frente a los productores y en general a la sociedad, la importancia de unas prácticas que conlleven a la sostenibilidad ambiental. También contribuye para que los responsables políticos aborden de manera racional las opciones que corrijan la tendencia típica de muchas prácticas actuales, que tienden a favorecer la riqueza privada y el capital frente a la riqueza pública y al capital natural; aunque claramente estas acciones no son garantes de que las decisiones sean las acertadas, debido principalmente a que las características y dinámicas de los ecosistemas y los beneficios que percibimos de ellos no son de dominio humano.

Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

El análisis del ciclo de vida, estudia los aspectos ambientales y los impactos que a través del ciclo de vida de un producto pueden generarse. El ciclo de vida de un producto tiene en cuenta todo el recorrido del producto, desde que inicia (en su forma como materia prima) hasta que se convierte en un residuo. Considera los puntos intermedios, como transporte, manufactura, distribución y uso.

El ACV tiene en cuenta la totalidad de efectos ambientales que resultan del consumo de las materias primas y la energía utilizada para su procesamiento, así como las emisiones y los residuos que se generan durante el proceso productivo, así como los efectos ambientales al finalizar la vida del producto, cuando es consumido o no utilizado.

Considerando lo anterior, el ACV se constituye como un tipo de contabilidad ambiental, en la que se cargan a los productos los efectos negativos que se generan a partir de ellos al medio ambiente, cuantificados de manera adecuada a lo largo de su ciclo de vida.

De acuerdo con las ISO (International Standar Organization, 1997) se deben considerar, el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas. Estas condiciones se plasman en un protocolo que debe ajustarse a todo estudio de ACV, establecido en la normativa elaborada por la misma Organización, bajo la marcación ISO 14040. (Vallejo, 2004).

Contabilidad de Costos del Flujo de Materiales (CCFM)

Esta pauta para evaluar y cuantificación de los costos asociados a los flujos de materiales en un proceso productivo, es una pauta proporcionada mediante la norma internacional ISO 14050, según la cual, los flujos y las existencias de materiales en una organización se trazan y cuantifican en unidades físicas y también se evalúan los costos derivados de esos flujos. Se espera que lo que resulta de allí se convierta en factor motivador para que las organizaciones y sus directivos busquen oportunidades para que a la vez que se generan beneficios económicos, se reduzcan también los impactos negativos sobre el medio ambiente. Esta contabilidad es aplicable a cualquier

organización que utilice materiales y energía, independientemente del tipo de producto que elabore, el tamaño y la infraestructura.

La CCFM se convierte en una importante herramienta para la Contabilidad de Gestión Ambiental (CGA), para la toma de decisiones internas, que complementen las prácticas ya existentes de gestión ambiental y de contabilidad de gestión.

Metodología

La ejecución del proyecto se ha llevado a cabo bajo una modalidad de investigación explicativa. Recopilando información de los procesos de producción, con fundamento en los lineamientos de un Análisis del Ciclo de Vida (ISO 14040) de los productos seleccionados, mediante una plantilla de caracterización, en la cual se diligencia la siguiente información: proceso, nombre de la pieza, cantidad de piezas usadas por par de zapatos, tiempo estimado en la producción de la pieza, número de personas involucradas en el proceso, máquina o herramienta utilizada, materia prima utilizada, cantidad de materia prima dispuesta antes de ser usada, cantidad de materia prima usada, cantidad de desperdicio generado, vida útil de la máquina o herramienta utilizada, insumo utilizado, cantidad del insumo y cantidad de pares de zapatos fabricados de la referencia. Posteriormente, se realiza una aplicación cuantitativa, basada en los planteamientos de la Contabilidad de Costos de Flujos de Materiales (ISO 14051).

La investigación es de campo y experimental; con el acompañamiento de un Contador Público, especialista en costos y administración en salud pública y ambiental. Participan también dos biólogos, uno de ellos Doctor en Sostenibilidad con experiencia en la realización de proyectos orientados a la valoración de los impactos ambientales, generados por la intervención del hombre sobre los recursos naturales, y una estudiante de últimos semestres de Contaduría Pública.

La selección del sector de calzado correspondiente al grupo de las pequeñas y medianas empresas se realizó considerando el nivel de representatividad que presentan en el mercado.

Después de la selección de la fábrica de interés, los siguientes son los pasos de la investigación:

1. Seguimiento al proceso productivo y aplicación del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), con base en las orientaciones de la norma ISO 14040.
2. Determinación técnica del impacto ambiental en términos de residuos sólidos, contaminación atmosférica e hídrica.
3. Valoración cuantitativa, en términos monetarios de los costos del flujo de materiales, acorde con los lineamientos sugeridos por la norma ISO 14051 (Contabilidad de Costos de Flujo de Materiales) y diseño de indicadores ambientales.
4. Evaluación de los indicadores diseñados, mediante proyecciones con datos de la compañía en estudio y presentación del planteamiento realizado para valorar cuantitativamente los costos de flujo de materiales, con miras a la medición del impacto de las prácticas productivas.
5. Aplicación de los esquemas sugeridos por políticas y orientaciones internacionales, como TEEB.
6. Proyección de una herramienta contable para la inclusión de la información en Estados de Gestión ambiental, que propicien la revelación en términos monetarios del impacto de la actividad productiva sobre el medio ambiente en los Estados Financieros. Investigación de tipo cuantitativo.

Análisis de resultados

La ejecución del proyecto se encuentra para octubre de 2019 en un 50% de ejecución. Durante este tiempo se han caracterizado los procesos de producción de la fábrica de calzado seleccionada, cuyo método de producción es artesanal, en un espacio de aproximadamente 40 m².

La tipificación de impacto ambientales, como punto de partida para el Análisis del Ciclo de Vida, se realizó mediante una matriz que muestra cada una de las actividades que

se desprenden de cada proceso de fabricación de calzado; determinando que algunas de las actividades que generan mayor impacto son; el cortado de material, por los residuos que se generan y no son fáciles de reutilizar. También el proceso de pegado de suelas y forros es de impacto relevante, dada la exposición de los trabajadores al pegamento, que contiene fuertes químicos, cuya difusión en el aire no es controlada.

El Análisis completo del Ciclo de Vida de los productos fabricados en el sitio de estudio se encuentra en proceso de complementación, ya que son diversas líneas de calzado y es necesario revisar los aspectos asociados a las fuentes de materia prima e insumos; así como la determinación de la disposición final de los artículos, una vez dejan de prestar su servicio.

Con respecto al diseño de indicadores y herramientas contables que conlleven a una cuantificación y control asociados al impacto ambiental, se adelanta la revisión de modelos que permitan una integración a las cuentas de la compañía. El Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) es hasta la presente etapa del proyecto, la propuesta que mejor complementa, teniendo en cuenta que permite considerar con detalle los pasos del proceso productivo y los consumos que este conlleva, asignando los valores monetarios más reales.

Reflexiones finales

La determinación de los impactos generados por pequeñas empresas, como la seleccionada para el presente estudio conlleva a una mejor visibilización de los efectos que sobre los recursos medioambientales se presentan a partir de aquellas fábricas que no son tan reconocidas a nivel comercial, pero que suman una importante cantidad de recursos económicos y de fuerza productiva.

Las pequeñas empresas no cuentan con la misma atención que las de mayor tamaño, entre otras razones, porque suelen trabajar en condiciones de bajo perfil, y en pocos casos se encuentran legalizadas ante las entidades correspondientes; debido a que evitan las responsabilidades fiscales, con las que consideran no podrían cumplir. Lo anterior, sumado a que en muchos casos son empresas familiares, que con frecuencia desconocen los procedimientos legales.

Este estudio se enmarca en la identificación del impacto de estas empresas sobre los Servicios Ecosistémicos Urbanos, surge entonces la pregunta, ¿si unas pocas que son visibles demuestran un nivel importante de contaminación sobre dichos servicios, cuál será el impacto real reconocido si se suma el alto porcentaje que no se conocen?

Referencias bibliográficas

- Chan, M., Satterfield, T. & Goldstein, J. (2012). *Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values*. *Ecological Economics* 74, 8–18.
- Cheng, H., Dong, S., Li, F., Yang, Y., Li, Y & Li, Z. (2019). *A circular economy system for breaking the development dilemma of 'ecological Fragility–Economic poverty' vicious circle: A CEEPS-SD analysis*. *Journal of Cleaner Production*. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.014>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2015). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/18/S1700334_es.pdf.
- Dizdaroglu, D., (2015). *Developing micro-level urban ecosystem indicators for sustainability assessment*. *Environmental Impact Assessment Review*. 54, 119–124. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.06.004>.
- Fonseca, D. (2013). *Desarrollo e implementación de las TICS en las PYMES de Boyacá – Colombia*. *Revista FIR, FAEDPYME International Review*. 2 (4), 49-59. Recuperado de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4331/dit.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Gómez, E. & Barton, D. (2013). *Classifying and valuing ecosystem services for urban planning*. *Ecological Economics*. 86, 235–245. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>.

Herrera, C. (2009). *El sector empresarial y la contaminación urbana en Colombia*. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá. 30, 151-159.

ISO 14040, Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework
ISO 14051, Environmental management — Material flow cost accounting — General framework.

MEA - Millenium Ecosystem Assessement (2005). *Island Press, Washington*. D.C..
Recuperado de <http://www.ecosystemvaluation.org/glossary.htm>.

Verma, P., Raghubanshi, A.S. (2018). *Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities*. *Ecological Indicators*. 93, 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.007>.

Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, M., Tapia, C., David, A., Arias, P y Zuluaga, P. (2014). *Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos: Aspectos Conceptuales y Metodológicos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá. 151.

Saavedra, Y., Iritani, D., Pavan, A. & Ometto, A. (2018). *Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy*. *Journal of Cleaner Production*. 170. 1514-1522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>.

Stossel, Z., Kissinger, M & Meir, A., 2015. Measuring the biophysical dimension of urban sustainability. *Ecological Economics*. 120, 153–163. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.010>.

Sukhdev, P., Wittmer, H., y Miller, D., 2014. La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB): *desafíos y respuestas, en el libro editado por D. Helm y C. Hepburn*, Nature in the Balance: the Economics of Biodiversity (La naturaleza en equilibrio: la economía de la biodiversidad). Recuperado de http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2015/02/Teeb-espanol-2015-final_3.pdf.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2015). *La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza*. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB. En: http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2015/02/Teeb-espanol-2015-final_3.pdf.

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban*. Management. Recuperado de <http://www.teebweb.org>.

UNDESA – United Nations Department of Economic and Social Affairs (2010). *World Urbanization Prospects: The 2009 Revision*. Recuperado de <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>.

Vallejo, M.A. (2004). *Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Cataluña. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94137>.

Zygiaris, S. (2013). *Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems*. *Journal of the Knowledge Economy*. 4 (2), 217–231. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4>.