

Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV) Con una bibliografía selecta

Artículo recibido: 05/10/2008
Evaluación: 06/10/2008
Aprobado: 27/10/2008

JAIRO RAÚL CHACÓN VARGAS

Ingeniero industrial. M.Sc. Docente de planta del Programa de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Dicta las asignaturas de producción más limpia y gestión ambiental en procesos.

Resumen

En este artículo se comentan el panorama histórico y las tendencias del análisis de ciclo de vida (ACV) desde sus inicios, en la década de los sesenta, hasta nuestros días. Se comienza con los principales aspectos que desencadenaron en el mundo el interés por el ACV, y posteriormente se presentan los hitos históricos más importantes del ACV en Estados Unidos.

Luego se expone la evolución que tuvo esta herramienta de gestión ambiental en países pioneros que la investigaron y aplicaron en Europa, como Reino Unido, Alemania, Bélgica, Suecia, Suiza e Italia. Igualmente, se muestra la evolución que tuvo el ACV en algunos países del Asia que fueron también líderes en este campo, como Japón, China, Corea y Tailandia. La región latinoamericana también es objeto de estudio en este artículo, destacando aquellos países líderes en el estudio y aplicación del ACV como México, Chile, Brasil, Argentina y Colombia.

Por último, se presentan las organizaciones, programas y foros mundiales más importantes que investigan y difunden el pensamiento de ciclo de vida, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Sociedad de Toxicología Ambiental y Química, la Organización Mundial de Normalización y el foro mundial de expertos de ACV, denominado Iniciativa del Ciclo de Vida de UNEP-SETAC.

Palabras claves: análisis de ciclo de vida, evaluación de ciclo de vida, evaluación ambiental de productos, producción más limpia, desarrollo de productos sostenibles, pensamiento de ciclo de vida, gestión del ciclo de vida, medio ambiente y ecodiseño.

Abstract

This paper offers a commented historical overview and the tendencies of the Life Cycle Assessment (LCA) starting from its beginning in 60's to up to now. It starts with the main aspects that in the world unchained the interest for LCA, afterward, LCA historical milestones of the United States are explained.

Then, it is explained the evolution that this environmental tool had in the pioneers countries of Europe like United Kingdom, Germany, Belgium, Sweden, Switzerland and Italy that researched about LCA and applied it.

The evolution of LCA in some pioneers countries of Asia like Japan, China, Korea and Thailand is also explained. Latin America is also studied highlighting those countries like Mexico, Chile, Argentina, Brazil and Colombia that lead the early LCA activities in this region.

Finally, the most important organizations and programmes like Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), International Organization for Standardization (ISO), United Nations Environment Programme (UNEP) and the Life Cycle Initiative UNEP-SETAC that promote in the world the research and dissemination of LCA are presented.

Keywords: Life Cycle Assessment, life cycle analysis, environmental assessment of products, cleaner production, development of sustainable products, life cycle thinking, life cycle management, environment, ecodesign.

EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

El análisis de ciclo de vida (ACV), en teoría, es un método analítico (Chacón, 2008) que contempla y hace una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida. El ACV es “la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema producto a través de su ciclo de vida” (NTC-ISO 14040). El análisis incluye entonces la extracción de materias primas, producción, transporte, distribución, uso, reciclaje y disposición final.

ORIGEN DEL NOMBRE “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA” O “EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA”

Lo que hoy se conoce con el nombre de *evaluación de ciclo de vida* (*life cycle assessment*; suele también indistintamente llamársele análisis de ciclo de vida, ACV) fue la denominación que por fin acogió la comunidad internacional de expertos en el tema en el año de 1991, debido a que la aplicación de la metodología de ACV no sólo incorpora elementos objetivos sino también elementos subjetivos (Werner, 2005).

El ACV solía recibir anteriormente otros nombres, tales como ecobalances, análisis del perfil ambiental y de recursos, análisis ambiental integral, perfiles ambientales, entre otros, y se le comparaba con otras herramientas tales como evaluación del riesgo ambiental y la evaluación de impacto ambiental en cuanto al alcance, las ventajas y las desventajas entre uno y otro métodos (Baunmann & Tillman).

ASPECTOS QUE DESENCADENARON EL INTERÉS INICIAL POR EL ACV

La crisis del petróleo en los comienzos de los años setenta

La guerra de Yom Kippur, que enfrentó militarmente a Israel contra Siria y Egipto en octubre de 1973, hizo que la Opep¹ embargara el suministro de petróleo a los países de Europa y Estados Unidos, como respuesta a la decisión que tomó este último de apoyar militarmente a Israel durante la guerra antes mencionada.

Lo anterior trajo como consecuencia un aumento importante en los precios mundiales del petróleo.

La crisis llamó la atención de los países desarrollados, principalmente de Estados Unidos, sobre la depen-

dencia marcada en los combustibles fósiles para el crecimiento industrial y la economía del mundo, lo que llevó al debate público la necesidad de tomar medidas para el ahorro de la energía y un interés mayor sobre la búsqueda de energías alternativas (para ese entonces se hablaba de la solar y eólica, en especial) y sobre la urgencia de desarrollar productos ambientalmente responsables.

Los estudios del Club de Roma

El informe *Los límites del crecimiento* (*Limits to growth*), publicado en 1972, escrito por Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers y William W. Behrens III, y auspiciado por el Club de Roma², llamó la atención sobre el crecimiento rápido de la población mundial y las incidencias negativas que ésta tenía sobre las materias primas y recursos energéticos finitos, y que despertó una mayor conciencia e interés por la protección del medio ambiente después de la crisis del petróleo.

También es interesante destacar la publicación del año de 1972 titulada *Un plan para la sobrevivencia* (*A blueprint for survival*), escrita principalmente por Edgar Goldsmith y Robert Allen, que precedió la primera cumbre mundial sobre ambiente y desarrollo que tuvo lugar en Estocolmo en 1972 y que llevó por nombre la Conferencia de las Naciones Unidas de 1972 sobre Ambiente Humano (USEPA, 2000); éste fue uno de los primeros escenarios internacionales para la discusión sobre protección ambiental, crecimiento y desarrollo económico, que sentó parte de las bases que se plantearon posteriormente de manera formal en el Informe Brundtland de 1987, *Nuestro futuro común*, para definir el concepto de desarrollo sostenible como política ambiental global para enfrentar los problemas ambientales mundiales, regionales y locales que afrontaba y sigue afrontando el planeta, y que luego se presentó y se discutió ampliamente en la Cumbre de Río de 1992 (Chacón, 2008).

En este documento se planteó de nuevo un debate del papel de las sociedades industrializadas, y la tecnología y su incidencia sobre los recursos naturales renovables y no renovables, además de que se hizo un llamado para que se efectuaran cambios radicales en los patrones de consumo y producción y se evitara así el colapso de la humanidad.

NACIMIENTO Y ADOLESCENCIA DEL ACV EN ESTADOS UNIDOS Y OTROS HITOS IMPORTANTES

En Estados Unidos

Quizás uno de los primeros estudios en los que se empezaron a tener en cuenta los impactos ambientales de los productos fue el que Harold Smith presentó en la Conferencia Mundial de Energía de 1963, en el que informaba sobre las cantidades de energía para la fabricación de productos químicos.

Otro trabajo que puede catalogarse de pionero y en el que se aplicó el concepto de ciclo de vida se hizo entre 1960 y 1970, para determinar requerimientos de energía de algunos procesos y sistemas y el análisis de los efectos ambientales por el empleo de la energía. Se elaboró con el auspicio del Departamento de Energía de Estados Unidos (U.S. Department of Energy) (Bishop, 2000).

En 1969, Harry E. Teasley Jr., de Coca-Cola Company, quien estaba al mando de la División de Envases, encargó un estudio (nunca publicado debido a su contenido confidencial) al Midwest Research Institute (MRI), que tenía su oficina en la ciudad de Kansas, con el objeto de determinar las cantidades de energía, materiales e impactos ambientales asociados a lo largo del ciclo de vida de envases, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. A este trabajo se le denominó “Análisis del perfil ambiental y de recursos” (Resources and Environmental Profile Analysis, Repa). (Hunt et al., 1996; Ayres, 1995; European Environment Agency; Sullana et al., 1997).

Lo que motivó a Coca-Cola Co. a hacer este estudio fue el conocimiento de los efectos ambientales de la fabricación y uso de los envases con los siguientes fines (Ecobilan, 2002):

- Escoger entre productos embotellados en plástico y productos embotellados en vidrio. Algo bien importante era saber si existía la posibilidad y conveniencia para la compañía de emplear botellas plásticas, lo cual para esa época se consideraba una idea traída de los cabellos.
- Seleccionar si era conveniente que la misma empresa fabricara el envase o lo hiciera externamente.
- Conocer qué gestión ambiental debería dársele al envase escogido (reciclaje o disposición final).

Gracias a esto se descubrió que los envases plásticos eran la mejor opción, contrario a lo que todos esperaban; así las cosas, el estudio de Coca-Cola sirvió también para cambiar en el público y la industria la percepción negativa que se tenía por los plásticos, considerados “los malos del paseo”, reputación que tenía bases infundadas (Hunt et al., 1996).

Un resumen del estudio se publicó en 1976 en la Oficina de Evaluación de Tecnología del Congreso de Estados Unidos (The Office of Technology Assessment of the U.S. Congress) y posteriormente apareció un artículo en abril de 1976 en *Science Magazine* (Hunt et al., 1996).

A partir de este estudio en Estados Unidos se empezó a llamar Repa a la metodología para cuantificar los recursos y las descargas ambientales de los productos, al tiempo que se buscaba perfeccionar cada vez más dicha metodología en ese país.

Las contribuciones más importantes hechas durante los años setenta en ACV se publicaron en el *Journal Energy Policy* entre 1974-1975 y posteriormente se compilaron en un libro de J.A.G. Thomas en 1977, titulado *Análisis de energía (Energy analysis)* (Boulder Co.: Westview Press) (Ayres, 1995).

En 1975, William Franklin, uno de los expertos en REPA del MRI, fundó junto con Marge Franklin una de las empresas líderes en ACV de Estados Unidos, la firma Franklin Associates, la cual llevó a cabo algo más de 60 estudios, principalmente para compañías del sector privado.

Hacia 1971, la academia de Estados Unidos, de manera independiente, empezó a estudiar el ACV; por ejemplo, la Universidad de Illinois (con la dirección del profesor Bruce Hannon) y la Universidad de Stanford fueron líderes al respecto. Estos trabajos principalmente eran proyectos de los estudiantes de ingeniería y de otros interesados por temas de la ecología. En ambas universidades la atención se centró en estudiar aspectos de consumo de energía de botellas para bebidas.

Otro estudio para la misma época en el que se intentaba aplicar el concepto de ciclo de vida en particular con la determinación de los residuos generados por los procesos de producción, en contraste con otros estudios que su énfasis era determinar el consumo neto de energía, fue el que patrocinó el Programa de la Fundación Nacional para la Ciencia sobre Investigación de las Necesidades Nacionales (Programme of National

Science Foundation of Research on National Needs, Rann) (Ayres, 1995), que como caso trató la comparación de botellas de vidrio, polietileno (PE) y policloruro de vinilo (PVC).

Este estudio tuvo un énfasis en el desarrollo de un modelo (denominado modelo producto-materiales-procesos) que permitió tener un método para realizar lo que hoy se conoce como la fase del inventario del ACV.

En 1971 se llevó a cabo un segundo Repa por MRI para Mobil Chemical Company, en el que se analizaron bandejas de espuma de poliestireno y bandejas de pulpa de papel que se utilizaban para empaquetar la carne que se vendía en los supermercados y tiendas de víveres.

Este estudio surgió porque los fabricantes de bandejas de cartón les decían a sus clientes que las bandejas plásticas eran un problema ambiental serio. Para salir de dudas, el personal directivo de Mobil encargó a MRI el estudio mencionado anteriormente. Para sorpresa de todos, las bandejas plásticas resultaron ambientalmente mejores; la razón principal es que la bandeja plástica pesaba muy poco y empleaba menos material, comparada con la bandeja de cartón, que era más pesada. Esta fue otra experiencia para la industria que la llevó a cambiar de opinión y dejar de ver al plástico como “el villano ambiental”.

Para la misma época, el Consejo Presidencial de Calidad Ambiental (Presidential Council for Environmental Quality), una agencia gubernamental de Estados Unidos, encargó al MRI varios estudios Repa sobre reciclaje de diferentes materiales, con el fin de ayudar en el establecimiento de políticas gubernamentales relativas a la gestión de los residuos sólidos.

En 1973 se creó en Estados Unidos el primer *software* sobre ACV financiado por una empresa cliente de MRI, el cual, como se entenderá, todavía no era perfecto y tenía ciertos errores que había que corregir para la lectura de los datos.

En 1972, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US Environmental Protection Agency, USEPA) encargó a MRI la realización de estudios para evaluar las implicaciones ambientales de envases para bebidas gaseosas y decidir si era conveniente promover desde el gobierno el uso de botellas y latas retornables en vez de las no retornables. En 1976, estos trabajos produjeron por parte de la agencia el informe titulado “Análisis del perfil ambiental y de recursos de nueve alternativas de envases para bebidas” (“Resource and

environmental profile analysis of nine beverage container alternatives”), el cual se puso a disposición del público a través del Servicio Nacional de Información Técnica (National Technical Information Service, NTIS).

En 1976 la Agencia Federal de Energía de Estados Unidos (U.S. Federal Energy Agency) que después se convertiría en el Departamento de Energía (Department of Energy), puso a disposición del público bases de datos y la metodología Repa derivada de estudios que llevaron a cabo Franklin Associates y Research Triangle Institute sobre envases de bebidas.

En Estados Unidos, entre 1975 y 1988, empezó a disminuir el interés por el ACV porque se pensaba que después de haber pasado la crisis del petróleo, ya se habían hecho muchos estudios Repa y avances en soluciones a los problemas ambientales, principalmente sobre residuos sólidos y consumo de energía. Un reflejo de esto fue que USEPA decidió que el empleo del ACV no era práctico.

No obstante la falta de interés, se siguieron haciendo algunos trabajos por parte de las empresas sin que se conocieran sus resultados por el carácter confidencial de estos estudios, con excepción de un informe de 1980 elaborado por el Instituto de Investigación en Energía Solar (Solar Energy Research Institute) y otro publicado de manera parcial en 1978 por Good Year Tire & Rubber Company sobre empaques para bebidas gaseosas en PET de dos litros, que dio pie a que comercialmente empezara a tener acogida este tipo de envase.

Sólo hasta 1988 volvió a renacer el interés por el ACV en Estados Unidos, con ocasión de lo que algunos han denominado “la crisis de los residuos sólidos”, que comenzó a raíz de que un montón de basura en un barco yacía flotando en el mar y ningún puerto quería encargarse de su disposición final. Esto fue la chispa que encendió la preocupación en Estados Unidos por los residuos sólidos, aunada a la presión que para esa misma época estaban sintiendo las empresas multinacionales en sus sedes de Europa (por el Movimiento Verde, que hacía furor en ese entonces).

En 1990, un trabajo de Franklin Associates³ generó gran controversia entre el público norteamericano porque fue el que primero usó el concepto de ciclo de vida para determinar los impactos ambientales adversos y benéficos de los productos, y también porque indagaba si ambientalmente eran mejores los pañales de tela reusables o los pañales desechables.

Es interesante mostrar los resultados que arrojó este estudio: los pañales desechables tenían 90 veces más residuos sólidos, pero únicamente el 2% de la totalidad de los residuos municipales, mientras que los pañales reusables ocasionaban diez veces más contaminación de las aguas (por los detergentes, principalmente) y consumían tres veces más energía.

En 1990 se desarrolló el primer taller de la Sociedad de Toxicología Ambiental y Química (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Setac) para discutir la metodología y utilidad de los Repa. Un resultado que cabe destacar de este encuentro fue la adopción en Estados Unidos del término “Life Cycle Assessment” (evaluación de ciclo de vida o análisis de ciclo de vida), acogido posteriormente por la comunidad internacional estudiosa de este tema.

En 1991, la Agencia de Protección Ambiental de Estados (US Environmental Protection Agency) empezó a promover el ACV con el propósito principalmente de poner a disposición del público en general guías metodológicas y bases de datos.

En cooperación con la Setac-Norteamérica, se llevaron a cabo cinco talleres (Ayres, 1995):

- El primero de ellos, cuyo tema central fue el inventario, en Vermont (Estados Unidos), en 1990.
- El segundo, sobre evaluación de impacto (parte I), en Leiden (Holanda), en 1991.
- El tercero, sobre evaluación de impacto (parte II), en Sandestin (Florida, Estados Unidos), en 1992.
- El cuarto, para hablar sobre calidad de los datos, en Wintergreen (Virginia, Estados Unidos), en 1992.
- El quinto, encuentro para discutir sobre códigos de prácticas, en Sesimbra (Portugal), en 1993.

En 1992, por encargo del Consejo de Gobiernos Estatales (Council of State Governments) y de la Agencia de Protección Ambiental, Tellus Institute elaboró el informe “Tellus Packaging Study: Inventory of Material and Energy Use and Air and Water Emissions from the Production of Packaging Materials” (Ayres, 1995).

En este mismo año, Franklin Associates publicó un artículo que incluía una explicación exhaustiva por primera vez de la metodología del ACV.

En 1993, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos publicó una guía para la etapa del in-

ventario, y luego creó el Programa de Compras Verdes (Environmentally Preferable Purchasing Program), para promover y ayudar al gobierno federal en la compra de bienes y servicios ambientalmente responsables.

Posteriormente, a través de su Oficina de Investigación y Desarrollo y del Instituto para la Investigación Ambiental y la Educación (The Institute for Environmental Research & Education, IERE), organizó en el año 2000 la Conferencia Internacional sobre Evaluación de Ciclo de Vida, que tuvo lugar en la ciudad de Washington D.C. Después, se continuaron realizando más eventos no sólo sobre este tema sino sobre gestión del ciclo de vida, en especial con el auspicio y financiación del IERE (Curran, 2007).

En el 2001 nació el Centro Americano para la Evaluación de Ciclo de Vida (American Center for Life Cycle Assessment, ACLCA), para fortalecer la capacidad en la diseminación del conocimiento sobre el ACV. Esta organización promovió el empleo del ACV mediante conferencias, talleres, proyectos específicos, donde participaron miembros del gobierno, la industria, academia, ONG, entre otros (Fava et al., 2002).

Existe una recopilación interesante de los estudios que se hicieron en Estados Unidos entre 1969 y 1995 (Curran, 1996), pero lamentablemente hubo dificultad en conocer listados tan exhaustivos como éste para otros países. Este listado no se incorporó al presente artículo debido a su extensión relativamente grande, pero si el lector lo desea puede consultarlo en la referencia citada.

OTROS HITOS IMPORTANTES EN LA HISTORIA DEL ACV

En 1971 se publicó el libro *Design for real world: human ecology and social change*, escrito por P. Papanek, en el que de algún modo se incorpora el pensamiento de ciclo de vida en el diseño de productos, al llamar la atención que los productos no sólo deben diseñarse teniendo en mente características estéticas sino que el producto debería mirarse más ampliamente, teniendo en cuenta otros factores como su función, su utilidad, reparabilidad, asequibilidad y sus consecuencias sociales y ambientales (Lewis et al, 2001).

Otro de los primeros elementos sobre pensamiento de ciclo de vida y una preocupación por los recursos minerales y la energía fue un aviso publicitario de la compañía de carros Fiat, que apareció en 1974 en la

revista *The Times Magazine* (anexo 1) (Siegenthaler, 2008).

En 1979 se fundó Setac, que sigue siendo hoy en día una de las organizaciones líderes en el desarrollo y promoción de metodologías para el ACV.

En 1985, la Directiva de la Comunidad Económica Europea sobre Envases de Alimentos Líquidos (EC Directive 85/339) incorporó la aplicación del pensamiento de ciclo de vida al exigir a los fabricantes identificar y monitorear el consumo de energía y materiales, y la generación de residuos en los productos (Giudice et al., 2006).

En 1992 se fundó Spold (Society for the Promotion of LCA Development), que fue una asociación de 20 empresas grandes de Europa (entre ellas Ciba, Danfoss, Dow Corning, Electricote de France, Procter & Gamble y Unilever) con la finalidad de ayudar en la construcción de metodologías sobre ACV y promover su aplicación en la industria.

Infortunadamente, Spold terminó sus actividades a finales del año 2001, de las cuales las más destacadas (Bretz, 1998) fueron las siguientes:

- El desarrollo de un formato con aceptación internacional para la recopilación e intercambio de datos en estudios de ACV, específicamente para la fase de inventario (conocido como formato Spold).
- La publicación en 1993 del *LCA Sourcebook*, un estudio en su momento de los más completos sobre ACV, en el que se podía hallar información sobre las aplicaciones del ACV, contactos con expertos e instituciones de renombre internacional, principales bases de datos, etc.
- El lanzamiento en 1995 del proyecto “Winning Acceptance”, que fue un espacio para el diálogo constructivo entre gobierno, industria, ambientalistas, consultores e investigadores, y de un grupo de trabajo para acordar por consenso la adopción de buenas prácticas para la recopilación y uso de datos de inventario en el ACV, que dio como resultado el formato Spold mencionado anteriormente.
- El apoyo decidido que dio al proyecto LCANET/Chainet, el cual buscaba integrar el ACV con otros métodos de gestión ambiental⁴.

En agosto de 1993, Setac publicó *Setac guidelines for Life-Cycle Assessment: a code of practice* (Pap, 2004), donde

se empezó a dejar claro el marco de trabajo para realizar estudios de ACV y que tuvo en cuenta la ISO/TC-207, como se explica más adelante.

Francia publicó en marzo de 1994 la norma experimental *FR - X30-300 ACV. Definición, deontología y metodología*, que fue útil para las actividades de normalización del ISO/TC-207 (Díaz et al., 2004; Ecobilan, 2002).

Europa, a través del Consejo Nórdico de Ministros (Nordic Council of Ministers), publicó en 1995 *Nordic Guidelines for Life Cycle Assessments*, que presenta una descripción detallada de la metodología para elaborar estudios de ACV (Pap, 2004).

En 1995 nació el *International Journal of Life Cycle Assessment*, que sigue siendo hoy en día la publicación de más reconocimiento en el mundo científico dedicada al ACV y que en enero de 1996 sacó a la luz el primer número (volumen 1) (Klöpffer et al., 2005).

El 16 de junio de 1997 se publicó por primera vez la primera norma internacional de la serie ISO 14040 sobre ACV, titulada “Environmental Management -Life Cycle Assessment-Principles and Framework”, después de un arduo trabajo por parte del Comité Técnico de la ISO, el TC-207, específicamente el subcomité 5 (SC5). El código de prácticas que Setac publicó en 1993 fue un impulso e insumo importante para el SC5 en el desarrollo de este estándar mundial (Marsmann, 1997), así como la contribución de varios talleres internacionales en Europa y Estados Unidos promovidos por Setac, que a propósito tuvieron un énfasis marcado en el método para aplicar el ACV, pero muy poco de cómo implementarlo en la industria.

En 1998 se llevó a cabo un estudio en Europa acerca del uso del ACV en las empresas de Alemania, Italia, Suiza y Suecia (Frankl et al., 1999), que han sido países pioneros en el mundo en el estudio y aplicación de esta herramienta.

De este estudio se observó que Alemania, para esa época, era líder en la elaboración de estudios de ACV, seguido por Suecia y Suiza y, un poco más atrás, Italia. Sin embargo, cuando se tenían en cuenta los estudios de ACV realizados por unidad del PIB de cada país, el panorama era otro; esta vez Suecia se destacaba, seguido por Suiza, y a la zaga quedaban Italia y Alemania.

Vale la pena destacar también algunas conclusiones de este estudio que ilustran cómo veían los empresarios de los países avanzados el instrumento de ACV (Frankl et al., 1999):

- Existían grandes diferencias entre un país y otro debido al grado de sensibilización ambiental de cada nación.
- El pensamiento de ciclo de vida era un enfoque que empezaba a tener interés en el mundo desarrollado, aun cuando la aplicación misma del método de ACV no era tan fuerte para esa época.
- El ACV era una herramienta que no se usaba de manera rutinaria en las empresas para la innovación de sus productos.
- Los empresarios veían que los beneficios de aplicar el ACV se obtenían a largo plazo.
- La mayoría de las compañías que formaron parte del estudio eran optimistas acerca del futuro del ACV.

En el 2000 se incrementó la elaboración de estudios de ACV en todo el mundo, con énfasis en el tema de los combustibles fósiles, biocombustibles, energía nuclear y energías renovables para producir electricidad, y perfeccionamiento de la metodología para hacer ACV.

En el 2001, y como respaldo al desarrollo de la Política Integrada al Producto de la Unión Europea, se publicaron dos grandes estudios sobre el estado del arte en la Unión Europea acerca del diseño de productos sostenibles:

El primer estudio, de 400 páginas, se denominó “Ecodiseño: estado europeo del arte (“Ecodesign: European State of the Art”), que recopiló la experiencia de quince países sobre los métodos empleados y su aplicación en el diseño de productos, incluyendo el concepto de ACV.

El segundo estudio, de 300 páginas, se llamó “Estrategias de ecodiseño para su difusión en pymes”⁵ (“Ecodesign-Strategies for Dissemination to SMEs”). Este trabajo presentó los planteamientos teóricos acerca de los obstáculos y factores que impulsaron la aplicación en las pymes de medidas ambientales, como el ecodiseño.

Sólo hasta el año 2001 se realizó la primera conferencia sobre gestión del ciclo de vida (Rex et al., 2004). (Si el lector desea ampliar la comprensión de este concepto, véase Chacón, 2008).

De 1999 al 2003 se disparó la venta de licencias de *software*, estimándose un aumento de más del 100% con respecto a los niveles de 1999.

Del 2002 al 2006 se siguió impulsando el ACV en el mundo. Se formaron asociaciones de ACV por regiones y se desarrollaron modelos computacionales especializados y genéricos; entre las asociaciones que surgieron en este período están, entre otras:

- ALCAs- Australian Life Cycle Society
- ISLCA- Indian Society for LCA
- JLCA-LCA Society of Japan
- KSLCA- Korean Society for LCA
- UNEP-SETAC LC-Initiative

Finalmente, otro factor importante que impulsó el ACV, en especial en Europa, fue la incorporación del tema en las políticas, programas y aplicación de principios ambientales en la Unión Europea, como por ejemplo (Cappellaro, 2008; European Commission, 1997; Van Rossem, 2006):

- Primer programa europeo de ecosellos creado en 1992, que exige la aplicación de metodologías de ACV.
- La Directiva sobre Requisitos de Ecodiseño para Productos que usan Energía.
- Estrategias Temáticas sobre el Uso Sostenible de los Recursos Naturales.
- Plan de Acción para el Consumo y Producción Sostenible.
- Política Integrada al Producto (*Integrated Product Policy*, IPP), la cual se incluyó en el Consejo Europeo en Weimar en 1999. IPP es un enfoque integrado de política ambiental para ayudar en la mejora continua del desempeño ambiental de bienes (productos y servicios) en todas las fases de su ciclo de vida (Sundkvist et al., 2007).
- El 7 de febrero de 2001 la Comisión Europea presentó el Libro Verde sobre la política integrada al producto. Este informe contempla un conjunto de acciones propuestas y herramientas de aplicación.
- La Responsabilidad Extendida al Productor (*Extended Producer Responsibility*, EPR) es un principio de política nacido en 1999 en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Ocde) (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD), para promover mejoras en el ciclo de vida de los productos, extendiendo la responsabilidad del fabricante del producto hacia va-

rias partes del ciclo de vida de los bienes, especialmente en la recuperación y disposición final.

- Programa Marco Europeo para la Investigación, que es quizás el instrumento financiero más importante para la Unión Europea y el mundo, dirigido a apalancar recursos destinados a proyectos de investigación y desarrollo. En el contexto de este programa, el Séptimo Programa Marco apoyó proyectos relativos al ACV, como por ejemplo LcANET, Chainet, Cascade, Omnitox, y en años recientes el proyecto Calcas (Tilche et al., 2008).
- En 1992, la Oede incluyó la gestión del ciclo de vida como parte del desarrollo de políticas de productos sostenibles (Astrup, 2007).

CONFERENCIAS, FOROS Y TALLERES

En el anexo 2 se ilustran, de manera resumida, algunos eventos sobre ACV a partir de 1997 y los temas que allí se trataron, que ofrecen una idea del impulso y tendencias que partir de los años noventa ha tenido esta herramienta de gestión ambiental, sobre todo en los países desarrollados.

OTROS PAÍSES QUE LIDERARON TAMBIÉN EL ACV EN EL MUNDO

Los países nórdicos

Los países de la región nórdica (Finlandia, Noruega, Suecia, Dinamarca e Islandia) se han destacado por ser pioneros en el diseño de metodologías y aplicación del ACV, con un marcado énfasis en la elaboración de guías o manuales específicos de implementación del ACV más que en la expedición de normas ambientales sobre este tema (Díaz et al., 2004).

El Consejo Nórdico de Ministros comenzó con el Programa de ACV en 1991, y en 1992 elaboró un informe sobre el estado actual de las actividades de ACV (Hanssen, 1999).

Durante los años 1993 a 1995 se enfatizó en el desarrollo de metodologías para el ACV que arrojó tres informes: dos relativos a metodologías y otro sobre guías para aplicar el ACV.

De 1993 a 1999 se realizaron varias actividades en ACV, algunas de ellas a nivel nacional y otras a nivel regional, entre las que se destacaron (Hanssen, 1999):

1. Proyecto de Ecología del Producto, con la participación de doce compañías suecas grandes y una empresa noruega para diseñar metodologías y probar su aplicación.
2. Proyecto Nórdico para el Desarrollo de Productos Ambientalmente Mejores, donde participaron 22 compañías nórdicas de importancia, para la aplicación del ACV en el desarrollo de productos.
3. Desarrollo Ambiental de Productos Industriales, donde estuvieron involucradas cinco empresas de Dinamarca, la Agencia de Protección Ambiental de Dinamarca y la Confederación de Industrias de Dinamarca, para el desarrollo de bases de datos de inventario y la aplicación del ACV en el diseño de productos.
4. Proyectos Nórdicos sobre ACV en la industria cementera, para el desarrollo de productos.
5. Proyecto Nórdico para Productos de Iluminación, orientado al diseño de *software* y su aplicación en el ecodiseño.
6. Proyecto Indicadores de Desempeño Ambiental, con doce empresas entre noruegas y suecas, donde se aplicaron indicadores ambientales con base en el ACV.
7. Clasificación de Productos con base en el consumo de energía y recursos.

Finalmente, más adelante se hará un recuento histórico más específico de las actividades de ACV que algunos países de esta región emprendieron.

Canadá

Acerca del nacimiento del ACV en Canadá, el profesor Young (2003) ofrece una completa radiografía al respecto.

Durante la primera mitad de los años noventa, las empresas grandes y los sectores industriales más importantes del Canadá fueron los que comenzaron el estudio y aplicación del ACV (industrias del aluminio, plásticos, productos forestales, acero, pulpa y papel, autopartes, energía eléctrica, química y telefonía).

En 1991, la compañía Alcan Aluminium Ltd. formó parte de un proyecto que se hizo con Estados Unidos sobre inventario de ciclo de vida para envases de bebida de aluminio. Igualmente los fabricantes de plásticos, a través del Consejo Industrial de Plásticos y

Medio Ambiente, ayudaron junto con Estados Unidos para la creación de bases de datos de inventario de productos de resinas, al igual que lo hizo la industria del acero.

En el año de 1995, el Consejo Canadiense de la Madera publicó los *Efectos ambientales de los materiales de la construcción (Environmental effects of building materials)*, el cual sigue siendo muy activo en el tema de la arquitectura y construcción sostenibles.

En 1998, algunas empresas internacionales hicieron un estudio de ACV de un periódico de circulación diaria y de una revista semanal.

Las universidades también tuvieron un papel clave en el ACV durante la primera mitad de los noventa. British Columbia, Toronto, Dalhousie, Carleton y Memorial fueron y siguen siendo muy activas en este tema, a través de cursos, investigación y realización de tesis de grado, desarrollo de *software*, proyectos y estudios de ACV. Entre algunos de sus resultados que vale la pena destacar, están los siguientes:

- ACV para el uso de energía eólica (Universidad Memorial).
- ACV para la utilización de energías renovables en la exploración y explotación de petróleo en el mar (Universidad Memorial).
- Procedimiento de indexación para una aplicación rápida de toma de decisiones basadas en ACV (Universidad Memorial).
- Estudio de factibilidad empleando ACV para combustibles alternativos y sistemas de propulsión para el suministro de energía en Canadá y Estados Unidos (Universidad de Toronto).
- Construcción del primer modelo económico de análisis Input-Output para ACV (Universidad de Toronto).
- Publicación de libros sobre herramientas para la gestión ambiental, incluyendo el ACV: *Tools for environmental management*, de D. Thomson (2002). Gabriola Island, British Columbia: New Society Publishers (Universidad de Calgary).
- Modelo integrado para la gestión de residuos (Universidad de Waterloo).
- *Software* de ACV, que incorporó también los efectos económicos para estudios sobre sistemas de gestión de residuos plásticos (Universidad de Waterloo).

- Base de datos canadiense de materias primas (Universidad de Waterloo).

En 1994 se publicaron las primeras normas sobre ACV, como resultado de la activa participación de los canadienses en el ISO/TC-207:

- Z760 Life Cycle Assessment.
- Z810 Life Cycle Impact Assessment: Pulp and Paper Production Phase.
- PLUS 1115: Life Cycle Review.

El gobierno canadiense cumplió también un papel protagónico en el impulso del ACV hacia comienzos de los años noventa; por ejemplo, el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente publicó *Perfiles ambientales: lineamientos para ayudar a la industria en el logro de las metas del protocolo nacional de empaques y de las fuentes de datos para los análisis de ciclo de vida de los productos de empaque canadienses (Environmental profiles: guidelines to help industry meet the goals of the national packaging protocol and sources of data for the life-cycle analysis of Canadian packaging products)*.

Así mismo, Environment Canada contribuyó principalmente con capacitaciones, talleres, seminarios y educación sobre el ACV, como por ejemplo el desarrollo de la publicación periódica *Eco-cycle*, que estuvo en circulación de 1995 al 2000; el estudio “Gestión ambiental del ciclo de vida: una guía para mejorar la toma de decisiones empresariales” (“Environmental life cycle management: a guide for better business decisions”), y la publicación de 1997 titulada *Gestión del ciclo de vida en Canadá (Life cycle management in Canada)*.

Hacia finales de los años noventa decayó el interés en Canadá por el ACV, a causa de las siguientes razones (Young, 2003):

- Todavía no se tenía una metodología totalmente clara y concluyente para hacer los ACV.
- Los estudios de ACV eran muy costosos.
- Los estudios de ACV demandaban mucho tiempo.
- Los estudios de ACV no eran una herramienta que podían utilizarse efectivamente para ser más competitivos en los mercados; se preferían otras como ISO 14001, indicadores ambientales, ecoetiquetado, reportes ambientales/sociales.

Otras entidades, como el Instituto Athena de Materiales Sostenibles (Athena Sustainable Materials Institute), Instituto Pembina para el Buen Desarrollo (Pembina Institute for Appropriate Development), Ciraig (Interuniversity Reference Center for the Life Cycle Assessment, Interpretation and Management of Products, Processes and Services), algunas desde tiempo atrás y otras desde el año 2000, vienen desarrollando cursos y metodologías de ACV.

Más recientemente, el Consejo de Investigación Nacional del Canadá, que forma parte del gobierno federal, viene canalizando esfuerzos de otros departamentos del gobierno para el estudio de ACV y la participación activa del Canadá en la iniciativa de ACV de SETAC-UNEP que se explica más adelante, con un énfasis en el sector de los minerales (productores de aluminio, del acero, níquel, entre otros).

Finalmente, en el 2003 y con el auspicio de Ciraig se realizó el primer foro canadiense de ACV, que aglutinó a representantes de la academia, industria, gobierno, ONG, consultores, etc.; una de las conclusiones a que se llegó es que se requiere incorporar a otros sectores de la economía, como la agricultura, producción de alimentos, pesca, y temas como combate contra el cambio climático, los impactos sociales y la evaluación ambiental de las tecnologías, al campo de las actividades sobre ACV que venían trabajándose en el Canadá.

Reino Unido

Los trabajos Repa, y específicamente los proyectos dirigidos por el profesor Hannon, de la Universidad de Illinois, tuvieron una influencia en el desarrollo del ACV en el Reino Unido, en particular sobre el doctor Ian Boustead, de la Open University (Baumann et al., 2004).

En 1972, el doctor Boustead, del Departamento de Ciencia de los Materiales de la Open University, en el Reino Unido, estaba elaborando un libro de texto sobre la producción de vidrio, cuando se encontró con los trabajos realizados por el profesor Hannon en 1972 y a partir de allí adaptó la metodología para calcular el uso total de energía de diferentes clases de envases para leche (vidrio, plástico, acero y aluminio). Esta experiencia le sirvió para perfeccionar su método y aplicarlo a una gama variada de materiales, que culminó con la publicación en 1979 del libro *Manual para el análisis in-*

dustrial de energía (Handbook of industrial energy analysis (Boustead, 1996; Baumann et al., 2004; European Environment Agency, 1996).

Alemania

Al igual que en el Reino Unido, Alemania también tuvo la influencia de los trabajos Repa que se hicieron en Estados Unidos, como se pone de manifiesto más adelante.

Este país tradicionalmente ha estado interesado en el ACV, sobre todo a partir de 1990, con un promedio de 16 estudios al año (Wrisberg et al.).

En 1972 el doctor Bonifaz Oberbacher, quien trabajaba para Battelle Institute e.V. Frankfurt, fue pionero en ese entonces en Alemania y quizás en Europa al desarrollar, junto con el doctor H. Nikodem, el primer protocolo para el ACV, basado en el método Repa; contenía todos los aspectos fundamentales del inventario de ciclo de vida, además de contemplar una evaluación del costo para la comparación de diversos envases y empaques (Klöpffer, 2006).

El Ministerio Federal de Educación y Ciencia (Federal Ministry of Education and Science) fue de las primeras instituciones alemanas en interesarse en el ACV para dilucidar las inquietudes que se tenían por los empaques y envases plásticos, y los residuos que éstos generaban. Fue así como a un grupo del Batelle Institut en Frankfurt-am-Main se le encargó en 1972 estudiar este tema (Baumann, 2004), y los trabajos que se hicieron para Mobil Chemical Company y Coca-Cola los motivaron a utilizar para este proyecto la metodología Repa (Baumann et al., 2004).

Otro aspecto que cabe destacar fue el estudio que Franklin Associates en 1985 llevó a cabo, denominado “Comparative energy and environmental impacts of 21 PET and 11 refillable glass bottles used for soft drink delivery in Germany” (Ayres, 1995).

Por último, en 1993 el Instituto Nacional de Normalización de Alemania (Deutsches Institut für Normung, DIN) publicó un estándar sobre ACV que tuvo como aspecto innovador la incorporación de temas sobre salud laboral, además de mostrar las relaciones de esta herramienta con otras que contienen consideraciones sociales y económicas (Díaz et al., 2004).

Bélgica

Entre los años 1997 y 2002 se desarrollaron proyectos demostrativos para evaluar las bondades y dificultades de la aplicación del ACV.

Vale la pena destacar las siguientes dos actividades que durante el anterior período se realizaron en ese país (Vercauteren, 2000):

La primera de ellas se llevó a cabo en 1997 y se refería a un proyecto de demostración del ecodiseño, que introducía el concepto de ciclo de vida en las pequeñas y medianas empresas. Este proyecto tenía como objetivo apoyar a las empresas en la aplicación del ecodiseño y revisar si las pymes eran capaces de alcanzar una mejora significativa del desempeño ambiental de sus productos.

Como parte del proyecto se desarrolló el *software* Ecoscan, basado en el método Ecoindicator 95⁶, que pretendía facilitarle a la empresa de manera rápida cuál podría ser el mejor esquema de comunicación ambiental para sus productos.

Es interesante resaltar las principales conclusiones de este proyecto:

- No todas las pymes tenían el potencial de integrar el concepto de ciclo de vida en el desarrollo de productos.
- Ecoscan no fue el instrumento que se adaptaba mejor a las necesidades de las pymes.
- Las herramientas para analizar el impacto ambiental de los productos fueron un factor de éxito importante.

La segunda actividad fue un proyecto de demostración de mayor escala en Flanders, que tenía, entre otros, los siguientes objetivos:

- Ofrecer a la industria la oportunidad de conocer y experimentar en diseño sostenible de productos.
- Estimular a las empresas la adopción del ecodiseño.

Las conclusiones más importantes de la experiencia anterior fueron:

- El ecodiseño sí era una tarea que podía llevarse a cabo en pymes.

- Era necesario que las pymes pudieran tener acceso a herramientas para simplificar la aplicación del ecodiseño.

Suecia

Suecia ha sido, tradicionalmente, un país líder en el campo del ACV. Existen algunas referencias sobre los inicios del ACV y sobre otras actividades desarrolladas en tal campo en este país (Baunmann, 2004; Baunmann, 2000; Ayres, 1995), que se resumen a continuación.

Los países europeos, principalmente Alemania, Reino Unido e Italia, tuvieron una influencia de los trabajos Repa que se hicieron en Estados Unidos y que impulsaron en Europa el desarrollo de los trabajos en el campo del ACV. Por el contrario, Suecia tuvo una inspiración más desde sus sectores industriales (Baunmann, 2004).

Hacia finales de los años sesenta, Tetra Pak fue de las primeras empresas en incursionar en el ACV. La razón para hacerlo era que deseaba emplear botellas en PVC y para ese entonces, ambientalmente hablando, este tipo de material causaba bastante controversia, no sólo por los residuos sólidos generados sino como una fuente de contaminación gaseosa de HCl (ácido clorhídrico) cuando se incineraban las botellas.

Esta compañía contactó al ingeniero Gustav Sundström, quien realizó un estudio sobre las emisiones de este tipo de material con el fin de encontrar medidas de control para el HCl.

Posteriormente, a comienzos de los setenta, la empresa encargó otro estudio para comparar los efectos ambientales y el consumo de recursos de varios tipos de envases desde una perspectiva de sus ciclos de vida. Del estudio salió un informe que se publicó en 1973, que ayudó a que la incineración de plásticos tuviera mayor acogida y se perfeccionaran los métodos de control de la contaminación atmosférica generada con la incineración de estos materiales, además de que sirvió para que la ciudad de Malmö decidiera que el incinerador suministrara la energía que de éste se recuperaba para el sistema de calefacción de la ciudad.

En 1985 se publicó un estudio de ABT Tetra Pak de la ciudad de Malmö, elaborado por M.P. Lundholm y G. Sundström, titulado *Resource and environmental impact of tetra brik carton and refillable and no-refillable glass bottles. Tetra brik aseptic environmental profile*, que sigue siendo

un importante referente histórico del trabajo desarrollado por ese país en ACV.

Hacia finales de la década de los noventa se realizaron dos proyectos sobre ACV para investigar los mecanismos que subyacen cuando la industria aplica esta herramienta (Baumann, 2000).

Dicha investigación se hizo en dos grandes empresas internacionales: una perteneciente a la industria química (Akzo Nobel) y la otra al sector de la electrónica (Ericsson), las dos con experiencia previa en la elaboración de estudios de ACV. A continuación, algunas consideraciones que a modo de conclusión se hicieron del estudio:

- Se requería una mayor comprensión del ACV.
- Se necesitaba más comprensión del *software* de ACV e incorporación de algunas mejoras.
- El ACV ofrece la oportunidad de documentar mejor información sobre los productos para uso de los gerentes de producto.

Es útil resaltar la creación en 1996 del Centro para la Evaluación Ambiental de Sistemas de Producto y Materiales (Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems, CPM), de Chalmers University of Technology, una de las organizaciones que han hecho esfuerzos importantes en el campo de la investigación académica sobre ACV.

En el año 2003, CPM decidió evaluar qué se había hecho en ACV en la industria sueca y para ello llevó a cabo una evaluación amplia de esta actividad en la industria de productos forestales, que es el sector donde más se han efectuado estudios de ACV, y se halló que 72% de las empresas usan esta herramienta. Las empresas escogidas fueron Stora Enso y SCA (Svenska Cellulosa Aktiebolaget).

Suiza

Afortunadamente existen algunas referencias (Fink, 1997) que documentan el nacimiento del ACV en este país.

El informe del Club de Roma, la crisis del petróleo de los años setenta, un estudio de los fabricantes de aluminio sobre empaques y energía, los planteamientos éticos de Daniel Spreng (quien trabajó en el sector de la industria del aluminio y posteriormente dirigió el

Centro para Políticas de Energía de Suiza, promovió la necesidad de hacer desarrollos en la industria y en la tecnología para una mayor eficiencia energética en Suiza) y la experiencia de Empa, adquirida en los sesenta en proyectos ambientales (en el campo de la contaminación hídrica por detergentes, en emisiones gaseosas del tráfico y en problemas ambientales de algunos empaques), cumplieron un papel definitivo en la realización de las dos investigaciones que se describen a continuación, las cuales verdaderamente marcaron los comienzos del ACV en Suiza; las desarrolló en 1977 el Laboratorio Federal Suizo para Ensayos e Investigación de Materiales (Swiss Federal Laboratories for Material Testing, Empa), no sin antes mencionar que en 1974 ya se había llevado a cabo el primer ecobalance en la empresa Rocco Conserves por parte del Instituto Federal Suizo de Tecnología (Swiss Federal Institute of Technology Zurich, ETHZ) y la Escuela de Gestión, Tecnología y Leyes (conocida como HSG) (Siegenthaler, 2008).

La primera se conoció con el nombre “Estudio BUS” (“Bundesamt für Umweltschutz”) para el establecimiento de una base de datos sobre materiales para empaques (aluminio, vidrio, plástico, papel, cartón y hojalata). La base se completó en 1984.

La segunda fue un trabajo sobre el yogur que comenzó la industria de alimentos (fabricantes de lácteos, distribuidores y proveedores de envases para productos lácteos) y que buscaba comparar las diferentes clases de empaque de yogur en relación con el desempeño de la tecnología para fabricarlos, sus costos, su aceptación en los mercados del país y los impactos ambientales generados. El estudio culminó con la publicación de un informe en 1979.

Suiza, también en la década de los noventa (principalmente de 1992 a 1996), lideró en el mundo el desarrollo de diferentes bases de datos para el ACV, con el apoyo de organismos científicos y técnicos como:

- ETHZ, uno de los institutos que han estado a la vanguardia en la investigación el campo del ACV en Suiza.
- Swiss Federal Institute of Technology (EPFL).
- Paul Scherrer Institute (PSI).
- Empa.
- Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture (Agroscope FAL Reckenholz).

En el año 2000 se fundó el Centro Suizo para Inventarios de Ciclo de Vida (The Swiss Centre for Life Cycle Inventories), conformado por instituciones y departamentos de los institutos federales suizos, incluyendo los que ya se mencionaron.

Este centro desarrolló la base de datos europea Ecoinvent, hoy ampliamente conocida y usada por la comunidad internacional para estudios de ciclo de vida, en particular para la etapa del inventario (Ecoinvent, 2009).

No obstante todo lo anterior, según un estudio muy completo llevado a cabo por Claude Patrick Siegenthaler (Siegenthaler et al., 2005) entre 669 empresas (de ellas 500 con certificación ISO 14001), parece que la difusión del ACV, y en particular su aplicación, sigue siendo lenta en la industria suiza, a pesar de que ha sido un país líder en el mundo en la investigación sobre ACV; por ejemplo, el estudio mostró que solamente 60 empresas habían hecho estudios de ACV. Y muy pocas se refirieron a ISO 14040 como herramienta importante para su negocio, aunque señalaron que tenían confianza en los métodos de ponderación. También se evidenció que las empresas ven al ACV como un tema complejo, pero cuando lo aplican confían en el método y en los resultados obtenidos.

Italia

Este país tuvo unos inicios algo tardíos en ACV, si se le compara con otros países líderes en este campo como Alemania, Suiza, Suecia, Estados Unidos y Canadá. Sólo hasta comienzos de la década de los noventa hubo interés en los sectores académico y empresarial por los estudios de ACV.

Algunos factores que influenciaron el estudio y la adopción del ACV fueron los sistemas de gestión ambiental ISO 14000, el Plan Nacional sobre Gestión de Residuos y la obligatoriedad de aplicar el ACV en varias construcciones de ingeniería (Giacomucci, 1999).

Hacia finales de los años noventa, las pymes aceptaban el ACV como herramienta para su gestión ambiental; sin embargo, su aplicación la consideraban muy costosa y no se reflejaba inmediatamente en beneficios económicos para las empresas. También para este mismo período sólo las grandes empresas estaban haciendo estudios de ACV (Fiat, ABB, Telecom, Italtel, entre otras).

Aparte de los estudios de la industria, existen también otras entidades que hicieron esfuerzos importantes por dar impulso al ACV; por ejemplo, la Universidad Politécnica de Turín viene trabajando el tema desde 1993. La Universidad Politécnica de Milán, la Agencia Nacional para la Protección Ambiental, la Organización para la Investigación del Medio Ambiente de Italia, la Universidad de Pisa, la Universidad de Florencia, la Universidad de Bari y la Universidad de Palermo.

En febrero de 1998 se publicó la primera guía sobre ACV, llamada *Manual de operación del ACV (LCA-Istruzioni per l'uso)*, escrita por el profesor Vanni Badino y el ingeniero Gian Luca Baldo, el primero del Politécnico de Turín y el segundo de la firma consultora Boustead Consulting Ltd. (Int. J. LCA, 1999).

En la evolución del ACV en Italia es interesante destacar la creación en 1999 de la Sociedad Italiana para el Análisis de Ciclo de Vida, con 50 miembros fundadores, entre los cuales se contó con empresas destacadas de ese país (ABB, ENI, Fiat, Italtel, Pirelli, Telecom), universidades como la de Bari, Boloña, Torino y Palermo, centros de investigación como Enea, el Centro de Investigaciones de la Fiat, y compañías consultoras de prestigio como Boustead, Ecobilan y Tame Caree. El centro fue y sigue siendo un referente importante en Italia para el estudio, promoción y adopción del ACV (Baldo, 1999).

Finalmente, hacia el año 2006 surgió la Red Italiana sobre ACV para la difusión del ACV, promovida por Enea (Agencia Nacional Italiana para Nuevas Tecnologías, Energía y Medio Ambiente) y el Ministerio del Medio Ambiente (Cappellaro, 2008).

Los países del Asia

Algunos países del Asia son también líderes en la adopción del ACV (Siegenthaler, 2008), por lo que es interesante conocer cómo ha sido la evolución histórica que ha tenido este instrumento de gestión ambiental en dichas naciones.

Japón

Existen algunas referencias que ilustran la evolución histórica que en el Japón ha tenido el ACV y actividades más recientes en este campo (Yano, 2000; Fink-

beiner, 2000; Inaba, s.f.; Yano et al., 2000; Sieggenthaler, 2005; Hunkeler et al., 1998; Natsuno et al., 2009).

El reconocimiento del ACV en este país se tradujo con la fundación, auspiciada por la industria, del Foro Japonés sobre ACV en 1991. Para ese mismo año, el Instituto para la Gestión de Residuos Plásticos hizo una investigación sobre productos plásticos y sus efectos ambientales.

En 1992 al Centro Eco-Vida se le encargó, por parte de la Agencia Japonesa Ambiental, llevar a cabo un estudio para conocer los aspectos ambientales de los productos.

En 1993, la Agencia para las Ciencias y la Tecnología comenzó el Proyecto de Investigación de Ecomateriales, en el que se incorporó el ACV de los materiales.

En octubre de 1995, con el patrocinio del Ministerio de Industria y Comercio Internacional del Japón (conocido por su sigla en inglés como Miti), se creó la Sociedad Japonesa de ACV con 250 organizaciones participantes (Ilca Forum, 1998).

Durante los años 1993 a 1998, a través del Proyecto sobre Ecomateriales, se realizaron varios estudios de ACV.

Desde 1994 se vienen efectuando conferencias internacionales sobre ecobalances, como por ejemplo la Tercera Conferencia Internacional sobre Ecobalance, que se llevó a cabo en Tsukuba en noviembre de 1998 y contó con la participación de 460 personas; en su momento, este evento se consideró la reunión más grande en el mundo en torno al tema del ACV.

La legislación también ha sido un aspecto que ha influido en el interés por la aplicación del ACV. En 1995 se expidió una ley sobre empaques, mediante la cual se exigió a las empresas que ellas mismas se encargasen de recoger los productos y empaques que, como residuos, dejaban sus clientes y usuarios. Igualmente, una regulación sobre reciclaje de 1991, a la cual se le incorporaron en 1993 algunas mejoras, ayudó en la difusión del ACV.

También en Japón se creó el Centro del ACV en el interior de la Asociación Japonesa de Gestión Ambiental (conocida por su sigla en inglés como Jemai) para la creación de una base de datos, así como también de una metodología para la evaluación de impacto del ciclo de vida.

En 1998, el Ministerio de Agricultura, Bosque y Pesca comenzó un proyecto de ACV para una agricul-

tura sostenible, con énfasis en el sector agrícola de producción de tomates y arroz.

Otro acontecimiento importante se produjo en el año 1998 con el inicio del Proyecto Nacional sobre ACV, auspiciado por el Miti, y con la secretaría para el proyecto a cargo del Jemai. El proyecto tenía como objetivo elaborar una base de datos bastante confiable, una metodología de ACV fácilmente aplicable en todo Japón y servir de catalizador para la difusión de la herramienta en el país.

Así mismo, es interesante mostrar las organizaciones japonesas que trabajan el ACV, lo cual ilustra por qué Japón es un país líder en este tema:

- Foro Japonés de ACV.
- Sociedad Japonesa de ACV (Miti).
- Asociación Japonesa de Gestión Ambiental para la Industria.
- Proyecto Sistemas Hombre-Planeta (Ministerio de Educación).
- Centro Japonés de Producción Limpia (MIT).
- Centro de Recursos de Reciclaje.
- Foro de Ecomateriales.
- Centro Japonés de Eco-Vida.
- Junta de Acreditación Japonesa para la Certificación de Sistemas de Calidad (Miti).
- Agencia de Protección Ambiental del Japón.
- Instituto Nacional de Recursos y Medio Ambiente.
- Filial Nedo del Miti.
- Agencia para las Ciencias y Tecnología.
- Instituto para la Gestión de los Residuos Plásticos.

Finalmente, Japón ha sido también pionero en la realización de *software* sobre ACV, como por ejemplo el Nire-LCA, desarrollado por el Instituto Nacional de Recursos y Medio Ambiente; ISO-LCA Navigation Software, del Laboratorio de Ingeniería Mecánica, Easy LCA de Ingeniería Toshiba, y LCASUPPORT, de NEC Kansas.

China

China, que tendrá un papel importante en la economía mundial, no podía quedarse atrás en el campo del ACV, aunque en este aspecto todavía no está tan avanzado como los países europeos.

La historia del ACV no ha sido fácil de rastrear, pero algunos pocos autores nos permiten vislumbrar cuáles han sido los comienzos y los temas que interesan en ese país (Inaba, 2003; Zuoren et al., 2001; Zacaria et al., 1999).

El interés por el ACV en China se inicia hacia comienzos de los años noventa. Para ese período empezaron en el país las investigaciones sobre ecomateriales donde confluyeron esfuerzos de varias universidades, empresas y laboratorios nacionales, y con el auspicio y la tutela del gobierno. Se estudió bastante la evaluación del ciclo de vida de los materiales, con un énfasis marcado en la elaboración de bases de datos y normas acordes con las necesidades de China.

ISO 14040 se adoptó como norma nacional hacia finales de 1997.

Con el apoyo del Programa Nacional de Altas Tecnologías, se realizó el Proyecto 863 para evaluar desde la perspectiva del ACV y con las metodologías desarrolladas en China, los procesos de fabricación y las tecnologías del acero y hierro, aluminio, cemento, cerámica, plástico y elaboración de recubrimientos. De este estudio se alcanzaron los siguientes resultados, entre otros:

- Una tabla para la recolección de cargas ambientales de los materiales.
- Un *software* para el ACV de los materiales.
- Comparación del flujo estándar, una metodología innovadora que compara los parámetros de impacto ambiental del flujo industrial actual con un estándar de flujo; esto evita que se tenga que calcular el valor absoluto del impacto ambiental.
- Un método de evaluación del impacto ambiental de los materiales, denominado Factor escalar sintético, que calcula el impacto ambiental de un metal puro y luego permite, entonces, determinar el impacto de los materiales metálicos.
- Incorporación y desarrollo de un nuevo concepto llamado Evaluación del ciclo de vida total, que consta de la evaluación del ciclo de vida de los materiales y la evaluación del ciclo de vida de los productos.

Por otro lado, el Consejo Nacional de Ciencia, el Ministerio de Asuntos Económicos y la Administración de Protección Ambiental han sido organismos líderes en la promoción del ACV en la industria de China, en la academia, y en institutos de investigación y ONG (Zakaria et al., 1999).

Finalmente, China es el primer país en el mundo en haber expedido una ley para la promoción de la producción más limpia (PML), que obliga a implementar este concepto en algunas empresas y que abre la posibilidad de incorporar herramientas de gestión ambiental, como el ACV (Hicks et al., 2007).

La PML forma parte de la Estrategia Nacional China de Economía Circular (ECir) (si el lector desea entender este concepto, véase Chacón, 2008).

Corea

Este país, junto con Japón y China, muestra un interés creciente por el ACV.

El profesor Hur ha ilustrado el desarrollo y evolución del ACV en ese país (Hur, 1999).

El ACV se introdujo en 1990 y su impulso se derivó de las normas ISO 14000.

Desde ese entonces, el gobierno, la industria, la academia, y particularmente la Sociedad Coreana para la Evaluación del Ciclo de Vida (fundada en diciembre de 1997), han hecho un trabajo destacado en el estudio y difusión del ACV.

Esta sociedad ha focalizado sus actividades de ACV en cuatro clases:

- Políticas y estrategias.
- Desarrollo de metodologías.
- Construcción de bases de datos.
- Casos de estudio.

También se destacan el Instituto Nacional de Tecnologías y Calidad (a través de la División Normas Coreanas), el Ministerio de Comercio, Industria y Energía, el Ministerio del Medio Ambiente, el primero de ellos con una activa participación en ISO/TC 207/SC5, y los ministerios con la elaboración de políticas y regulaciones para promover la adopción de sistemas de gestión ambiental ISO 14001 y la incorporación del ACV en las empresas.

Tailandia

Existen muy pocos referentes que hagan mención de la evolución histórica del ACV en este país; no obstante, el profesor Lohsomboon (Lohsomboon, s.f.⁷) ofrece algunos aspectos suficientes para comprender los inicios de esta herramienta en Tailandia:

El ACV se empezó a conocer en 1997 con la expedición de las primeras normas ISO 14040 sobre ACV de la serie ISO 14000.

Son tres los temas que ofrecen el panorama inicial de las actividades en ACV de ese país:

La primera de ellas, relativa a la realización de seminarios y talleres sobre ACV que lideró el Instituto Tailandés del Medio Ambiente (Itma) durante los años de 1997 a 2002 y que facilitó el lanzamiento por parte del Itma en 1997 del Foro Tailandés de ACV.

La segunda, el uso del ACV en los programas nacionales de ecoetiquetado y específicamente en el proyecto de Sello Verde que se comenzó en 1993 y que estuvo a cargo del Consejo Empresarial Tailandés para el Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Industria, apoyado por una secretaría conformada por el Instituto Tailandés de Normas Industriales e Itma. El proyecto culminó en el 2002 y abrió la posibilidad desde ese entonces para que los empresarios accedieran a ese sello ecológico para sus productos.

La última actividad tiene que ver con la base de datos para el inventario de ciclo de vida y la realización de estudios de ACV. Así, entonces, el primer estudio para el inventario se hizo en el 2002 por Itma, que arrojó como resultado bases de datos para el sector de la energía eléctrica. Este trabajo se efectuó en el marco del proyecto de Jemai que tenía como fin hacer estudios de ACV para materiales básicos y sistemas de energía en Japón, Malasia, Corea, China, Taipei y Tailandia. El proyecto terminó su primera fase en el 2001.

Tailandia también trabajó de la mano con la Organización Asiática de Productividad (Asia Productivity Organization, APO) en ACV. De esta cooperación surgió su participación en el proyecto “Desarrollo de casos de estudio en ACV en los países miembros seleccionados de APO” (India, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Singapur, Taiwán y Tailandia).

Algunas universidades e institutos tecnológicos y de investigación también han colaborado en la diseminación del concepto de ACV a través de seminarios y cursos, y la elaboración de tesis de grado (por ej. Universidad de Chiangmai e Instituto Asiático de Tecnología).

Finalmente, en el 2006 se creó la Red Tailandesa de ACV (Thai LCA Network, 2006) para la promoción y estudio del ACV.

Latinoamérica

Si bien todavía esta región no tiene los avances, desarrollo y conocimientos de algunos países desarrollados, puede resultar útil e interesante conocer cómo ha sido la evolución que se ha habido en algunos países de este continente.

No ha sido fácil hallar referentes para rastrear las actividades que dieron inicio al ACV en algunos países de Latinoamérica y los trabajos que actualmente desarrollan en esa materia; sin embargo, varios autores e instituciones ofrecen algunos elementos de juicio para contar, quizás de manera fragmentada, lo que pasó y está pasando en la arena del ACV, principalmente en países como México, Chile, Colombia, Argentina y Brasil, pioneros en la región en aplicar esta herramienta (Suppen, 2005; Suppen, 2006; Peña, 2008; Peña, 2009; Arena, 2001; InterfacEHS, 2009; Botero et al., 2008; Van Hoof, 1999; Colciencias, 2007; Cilca, 2009; Botero et al., 2008; Naranjo, 2009).

Antes de contar la historia del ACV de algunos países en particular, se ofrece a continuación una mirada de conjunto de algunas actividades que marcan, por así decirlo, el inicio de las actividades de ACV en Latinoamérica, y algunos factores que han contribuido a su lenta evolución y otros que favorecerían su desarrollo.

Primero resulta útil mencionar algunos aspectos que han influenciado el lento desarrollo del ACV en la región (Arena, 2001):

- Los estudios de ACV requieren muchas veces el apoyo de personal experto, disponibilidad de datos, tiempo y dinero.
- Los países en vías de desarrollo tienen otras preocupaciones y prioridades (educación, acabar con la pobreza, seguridad y salud para sus ciudadanos, combate contra la corrupción, problemas políticos y de violencia, etc.).
- Las empresas son muy renuentes a mostrar y dar a conocer información de sus procesos y productos.
- Ausencia de una base de datos de inventario de ciclo de vida en cada país.
- Esfuerzos aislados de aquellos organismos y profesionales interesados en el estudio del ACV.
- Leyes y regulaciones poco innovadoras que no permiten un espacio real para la promoción y adopción del ACV en la industria y en las políticas del gobierno.

- Percepción de que el ACV no es una herramienta útil para los empresarios.
- Falta de un número suficiente de expertos en ACV.
- Ausencia de fuentes de financiación de proyectos de ACV.
- Carencia de metodologías que respondan a las necesidades de cada país.

Ahora bien, otros factores que por el contrario podrían ayudar a difundir el ACV serían los siguientes (Arena, 2001):

- Muchas materias primas que requieren los países ricos son suministradas por los países en vías de desarrollo, por lo que si los países desarrollados siguen impulsando la aplicación del ACV, necesariamente requerirán información de los procesos de producción de los países como Latinoamérica.
- Los programas de ecoetiquetado y las regulaciones ambientales y sanitarias y de seguridad y salud ocupacional, y las políticas que tienen algunos países desarrollados pueden convertirse en una barrera al comercio para la industria de los países en vías de desarrollo que quieran penetrar esos mercados.
- Algunas compañías multinacionales mantienen directrices de casa matriz de aplicar el concepto de ACV en todas las operaciones que tienen en el mundo, y las plantas y oficinas que están en Latinoamérica no escapan a esas exigencias.

Por otro lado, la preocupación de los países de esta región por el ACV fue sólo hasta principios de la década del 2000 y son los siguientes eventos quizás los que lo demuestran:

Se lleva a cabo en Costa Rica la Primera Conferencia Internacional de Ciclo de Vida en Latinoamérica, del 25 al 28 de abril de 2005 (conocida también como Cilca 2005) y fue ese escenario el que sirvió para fundar la Asociación de Ciclo de Vida de Latinoamérica (Acvla) para el desarrollo y promoción del ACV en la región.

Acvla tiene sus oficinas centrales en Costa Rica y es el vocero oficial de Latinoamérica para representar los intereses y actividades realizadas en ACV.

En el 2007 se realizó una segunda conferencia (Cilca 2007) en São Paulo (Brasil) y la tercera en Chile en abril de 2009.

Finalmente, hay que destacar también la creación de la Red Latinoamericana de Ciclo de Vida, la cual

nació en el año 2003 y que produjo en el 2004 la publicación titulada *El análisis de ciclo de vida ISO 14040 en Latinoamérica*.

México

A comienzos de la década del 2000 y hacia el 2005 se llevaron a cabo las primeras actividades sobre ACV en México, entre las cuales se destacan las siguientes (Suppen, 2005 y 2006):

- Base de datos para el inventario de ciclo de vida.
- Diseño del ciclo de vida para el cumplimiento ambiental.
- Estudio para la evaluación del ciclo de vida de los productos mexicanos.
- Estudios y proyectos de ACV en el sector minero en el año 2003, que arrojaron los siguientes resultados:
 - Elaboración de una metodología para el inventario de ciclo de vida en el procesamiento de minerales.
 - Evaluación del impacto ambiental en el reciclaje del cobre.
 - Estudios de ACV para los procesos de metalurgia del zinc y del cobre.
- Estudio de ciclo de vida para las botellas de resina PET.
- Base de datos para el inventario de ciclo de vida en el sector eléctrico.

México sigue siendo un país muy activo en la región, como lo demuestra su participación continua y efectiva en las conferencias Cilca que se han hecho hasta el momento.

Chile

Hacia mediados de la década del 2000 puede decirse que comienza la actividad en ACV en Chile.

La minería ha sido motor fundamental para la adopción del ACV en Chile, por las siguientes razones (Peña, 2008):

- La industria minera cuprífera de Chile tiene una importancia económica y de generación de empleo (Chile aporta el 34% de la producción de cobre en el mundo).

- Un porcentaje alto del cobre que Chile exporta va con destino a países comprometidos por la protección ambiental y otros asuntos de responsabilidad social, como la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Uno de los primeros estudios de ACV que se destacan dentro del sector minero chileno fue el que se llevó a cabo hacia mediados de década del 2000, denominado “Estudio comparativo de los impactos ambientales del cobre en las plantas de fundición de Chile y Brasil” en el marco del proyecto *Prosul* (Proyecto Suramericano de Análisis de Ciclo de Vida de los Metales para la Producción Sostenible Minera) (Peña, 2008).

El proyecto *Prosul* buscaba determinar cuáles eran los principales rasgos al modelar un ACV en la producción de metales en Suramérica, identificando mediante un ACV simplificado, puerta a puerta⁸, los aspectos comunes del sector de la minería de la región y los particulares de cada país.

El estudio mencionado anteriormente y el proyecto en general arrojaron, entre otros resultados, los siguientes:

- La construcción de una base de datos para el inventario de ciclo de vida de referencia y modelos parametrizables para el sector minero.
- Modelo para la evaluación de impacto del ciclo de vida para el sector minero.

En el marco del foro mundial de expertos en ACV, denominado Iniciativa de ciclo de vida de UNEP-SETAC, que se explicará con detenimiento más adelante, Chile viene cumpliendo un papel activo, ya que fue miembro del Grupo de Trabajo de Análisis de Impacto de Ciclo de Vida sobre Metales y Minerales y lo presidió hasta el año 2005 (LCIA Task Force Group. Metals y Minerals) y el esfuerzo que ha hecho Chile en ACV se ve también reconocido al lograr como sede la ciudad de Santiago para la Conferencia Cilca 2009.

Así mismo, el sector de la construcción es un bien activo en la aplicación del ACV y una de las razones para ello ha sido el papel destacado que ha tenido la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) en el planteamiento de políticas ambientales como las siguientes (Goijsberg, 2003):

- En 1999 aprobó su política ambiental.
- En ese mismo año comenzó su vínculo con Green Building Challenge.
- En el año 2000 firmó un convenio de producción más limpia con el Ministerio de Economía.
- En el 2001 creó la empresa Regemac para la disposición de los residuos sólidos (denominados también inertes o escombros) de la construcción.
- También en el 2001 CChC firmó un convenio con el Ministerio de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo para desarrollar actividades de colaboración mutua para la construcción sostenible.

El liderazgo de CChC también se refleja en la participación activa que ha tenido, mostrando sus logros y proyectos en eventos internacionales de prestigio como la Conferencia Internacional sobre Construcción Sostenible que se llevó a cabo en Maastricht (Holanda) en el año 2000 y en Oslo (Noruega) en el 2002.

Brasil

Se tienen muy pocas referencias sobre la evolución del ACV en este país, pero las que existen ofrecen un panorama completo al respecto (InterfacEHS, 2006).

Los comienzos del ACV en Brasil se remontan al año de 1993 con la conformación del Grupo de Apoyo a la Normalización (Grupo de Apoio à Normalização, Gana) y que participó activamente en el ISO/TC-207.

En 1997 salió a la luz pública la primera publicación especializada en ACV, que llevaba por título *Análisis de ciclo de vida de los productos: herramienta de gestión ambiental ISO 14000 (Análise de ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000)*, escrita por José Ribamar Chenebe (InterfacEHS, 2009).

En 1998 ocurre otro hito importante en la historia del ACV en el Brasil, con el nacimiento del Grupo de Prevención de la Contaminación (Grupo de Prevenção da Poluição, GP2) de la Universidad de São Paulo, que tuvo como una de sus líneas principales de trabajo el ACV, con la dirección del profesor Gil Anderi da Silva, y que hacia el 2005 había arrojado seis tesis de maestría, una tesis doctoral y algo más de 40 artículos publicados nacional e internacionalmente.

A mediados de 1998 desapareció Gana y lo reemplazó el Comité Brasileño de Gestión Ambiental, conocido

como CB-38, perteneciente al organismo nacional de normalización de Brasil denominado Asociación Brasileña de Normas Técnicas (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT), que continuó desarrollando proyectos y estudios en ACV y apoyando en general la elaboración de normas de la serie ISO 14000.

En el 2002 se fundó Asociación Brasileña de Ciclo de Vida (Associação Brasileira de Ciclo de Vida, ABCV), cuyo trabajo se centró inicialmente en la elaboración de una base de datos nacional para los estudios de ACV, fortalecer la capacidad del país en el tema y participar activamente en el concierto internacional sobre ACV.

En el año 2004, ABCV tomó la decisión de iniciar el Proyecto Brasileño de ACV (Projeto Brasileiro de ACV), con dos énfasis en particular: capacitación en ACV y creación de la base de datos para inventarios de ACV que se lleven a cabo con la industria brasileña.

Por último, y como consecuencia de los esfuerzos anteriormente mencionados, el ACV hoy es un tema que está incorporado en muchos currículos de pregrado y posgrado de diversas disciplinas profesionales.

Argentina

Al igual que en el caso del Brasil, existen pocas fuentes que ofrezcan de manera completa cuál ha sido la trayectoria de ese país en el ACV; sin embargo, la fuente consultada ofrece un panorama, aún general, de la historia del ACV en Argentina (Arena, 2001).

Hacia finales de la década de los noventa se llevó a cabo en Argentina una pequeña encuesta entre 30 personas provenientes de diversas instituciones que tenían algún interés o estaban trabajando el tema de la gestión ambiental, con el fin de indagar lo siguiente:

- El estado del arte de la aplicación del ACV.
- Las personas y organizaciones que participaban en la aplicación del ACV.
- El papel que las instituciones tenían en el desarrollo y adopción del ACV.
- Las amenazas y oportunidades para la difusión en Argentina del ACV.

Los resultados del estudio no se conocieron mucho y no despertaron mayor interés en el público especializado y no especializado, más cuando se supo que el nivel de encuestas respondidas fue muy bajo (30%).

Lo que en general arrojó las encuestas fue que el ACV casi no se conocía y poco se había aplicado, pero resulta interesante resaltar que el estudio mostró que la metodología del ACV en sí no es un obstáculo para su aplicación; con todo, esta apreciación tiene que analizarse con cuidado porque quizás se deba a que las instituciones de diversa índole para esa época no habían aplicado mucho el ACV y, por tanto, sobre su metodología podían decir cualquier cosa.

Colombia

La Universidad de los Andes en Bogotá y la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) en Medellín fueron las instituciones que impulsaron en Colombia el conocimiento y la aplicación del ACV, y son las que sirven como referente importante para conocer un poco de la historia sobre esta materia en el país (Van Hoof, 1999; Botero et al., 2008; Naranjo, 2009).

Los primeros trabajos y talleres sobre ACV surgieron a partir de 1997 cuando se crearon en el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) los Comités Técnicos de Normalización Espejos del ISO/TC-207 para discutir y homologar a normas nacionales la serie de estándares internacionales de la familia ISO 14000, entre ellas la serie ISO 14040 sobre ACV. Los comités más activos en ese período fueron el Comité 14 de Sistemas de Gestión Ambiental, el Comité 13 de Gestión Ambiental, el Comité 33 de Auditorías Ambientales y el Comité 36 de Análisis de Ciclo de Vida, aún cuando este último cobró mayor ímpetu sólo hasta mediados de la década del 2000.

Hacia finales de los años noventa algunas universidades e institutos realizaron varios proyectos y seminarios internacionales para introducir a los participantes en el conocimiento básico de aplicación del *software* SimaPro; entre las organizaciones que para ese entonces se destacaron en la ejecución de tales actividades estaban:

- Universidad de los Andes, a través del Departamento de Ingeniería Industrial.
- La Universidad del Valle, en Cali, a través del Departamento de Ingeniería Química.
- La Universidad Pontificia Bolivariana.
- Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales, en Medellín.

- Universidad Industrial de Santander, en Bucaramanga.

La Universidad de los Andes, por ejemplo, mediante los cursos de producción más limpia impartidos a los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial, elaboró algunos estudios de ACV y tesis de grado en ACV entre 1998 y 2006 que abarcaron diferentes sectores industriales, entre los que se contaron:

- Sector agrícola (azucarero, cafetero y floricultor).
- Fabricación de empaques.
- Sector químico (producción de agroquímicos y detergentes).
- Sector de los polímeros (producción de grifería y jeringas).
- Sector metalmecánico (fabricación de autopartes y maquinaria).
- Sector de la construcción (proyectos de ingeniería civil).
- Sector petroquímico (producción de guantes de látex).
- Sector de servicios (empresas de servicios públicos).

A modo de ilustración, a continuación se listan los nombres de algunos proyectos y tesis de grado relacionados con el ACV que se hicieron en la Universidad de los Andes (Universidad de los Andes, 2009):

- Análisis de ciclo de vida en proyectos de ingeniería civil (2006).
- Análisis ambiental del proceso de fabricación de guantes de látex en Eterna S.A., aplicando la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) (2004).
- Base para la elaboración de ecoindicadores a partir del análisis del ciclo de vida (2001).
- Estimación del impacto ambiental del cultivo de caña de azúcar utilizando la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) (2000).
- Análisis ambiental de Termotasajero S.A., ESP, aplicando la metodología análisis de ciclo de vida (ACV) (2000).
- Ecoindicador basado en el análisis del ciclo de vida para la industria cafetera (2000).
- Análisis de ciclo de vida (LCA) del Curacron 500 EC (1999).

Por su parte, la UPB inicia su conocimiento del ACV a través de su participación en el año 2001 en el Comité Técnico 33 del Icontec.

Posteriormente, el profesor Édgar Botero, en sus estudios de doctorado en energía en España, aplicó el ACV, que arrojó las primeras tablas de inventario para procesos en Colombia, donde se adaptó el método de Ecoescasez desarrollado en Suiza para la evaluación de los impactos; estos resultados se obtuvieron con el *software* Apeironpro, desarrollado por la firma Avansoft y la UPB, y cofinanciado por Colciencias.

En el 2005 la UPB participó en un curso internacional sobre ACV dictado por la Universidad de Charlmers (Suecia) en la ciudad de Bogotá en las instalaciones del Icontec.

En el año 2006 la UPB llevó a cabo un estudio de ACV para la compañía Carbones del Cerrejón.

En el 2007 la UPB, junto con la Universidad de Medellín y la Firma MAC S.A., comenzó con la financiación de Colciencias el proyecto “Ecoetiquetado de baterías plomo-ácido”, que tuvo posteriormente un feliz término.

Para esa misma época, la UPB realizó el proyecto “Valorización de llantas usadas para el área metropolitana del valle de Aburrá”, para determinar desde la perspectiva de un estudio de ACV cuál era la mejor opción de disposición final de llantas usadas.

En el 2008, la revista científica *International Journal of Life Cycle Assessment* publicó un artículo de la UPB sobre el *software* Apeinpro (Botero et al., 2008).

Últimamente, la UPB viene apoyando la realización de proyectos de tesis en estudios de ACV en los programas de pregrado en ingeniería química y en la maestría en ingeniería ambiental, y junto con el CNPMLTA y Empa ha venido formulando proyectos de ACV de biocombustibles.

Finalmente, algunas universidades de Colombia han venido contemplando en sus currículos el ACV, como por ejemplo la Escuela Colombiana de Ingeniería en la ciudad de Bogotá, la cual incorporó en el 2008, en los cursos de producción más limpia impartidos a los estudiantes del programa de ingeniería industrial, los fundamentos del ACV.

ORGANIZACIONES E INICIATIVAS INTERNACIONALES PIONERAS DEL ACV

SETAC

La Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac) fue el primer organismo internacional que empezó a aglutinar los esfuerzos en el mundo para el desarrollo del ACV, en 1989 (Guinée et al., 2002). Este cuerpo de naturaleza investigativa y científica en el campo de la gestión ambiental es líder en el mundo en el desarrollo de la gestión del ciclo de vida (si el lector desea ampliar el concepto, véanse Chacón, 2008; Remmen et al., 2007, y Hellweg et al., 2008) y de las metodologías para el ACV.

Existen oficinas de la Setac en Europa y Estados Unidos, cada una con algunas diferencias menores en cuanto a los énfasis de sus investigaciones aplicadas.

Pero sólo hasta 1991 Setac de Europa decidió empezar formalmente sus estudios en ACV con la conformación del Grupo de Trabajo de Setac de Europa sobre ACV, el cual se reunió por primera vez el 26 de junio de 1991 en el Centro Tecnológico de Procter & Gamble en Bruselas (Astrup et al., 2008).

Para ese mismo año, Setac de Estados Unidos tuvo su reunión anual en noviembre de 1991 y se decidió allí iniciar los contactos con la Setac de Europa para discutir temas relativos al ACV.

La Setac formuló en 1993 el primer código internacional de ACV, llamado *Código de prácticas para el ACV* (*Code of practice for life cycle assessment*), con el propósito de unificar criterios metodológicos para la realización de estudios de ACV (Astrup et al., 2008). Este código fue punta de lanza para la aplicación “masiva” del ACV en el mundo, así como también un insumo importante que la ISO tuvo en cuenta posteriormente para la creación del marco de trabajo, de metodologías, procedimientos y terminología en las normas ISO 14040.

ISO

La Organización Internacional de Normalización (The International Organization for Standardization, ISO) es un organismo privado para la elaboración de normas internacionales, integrado principalmente por los organismos nacionales de normalización de cada país.

En 1993, la ISO creó el comité técnico ISO/TC-207 para el desarrollo de la serie ISO 14000 sobre sis-

temas de gestión ambiental y herramientas de apoyo, y dentro de este alcance dicho comité trabaja la serie de normas ISO 14040 sobre ACV a través del subcomité 5.

En el cuadro 1 se ilustra la serie de normas ISO 14000 que específicamente tratan el marco de referencia aceptado en el ámbito internacional y ejemplos sobre ACV (Chacón, 2008).

Cuadro 1
Serie ISO 14040 sobre ACV

ISO 14040:2006: Principios y marco de referencia. Esta norma establece los principios y marco de referencia para llevar a cabo un ACV, describe las fases claves del proceso de ACV. Se recomienda usarla junto con ISO 14044.

ISO 14044:2006: Requisitos y lineamientos. Esta norma establece los requisitos y orientaciones para llevar a cabo un ACV. Se recomienda utilizarla junto con ISO 14040.

ISO/TR 14047:2003: Ejemplos de aplicación de ISO 14042.

Ofrece ejemplos del empleo del ACV.

ISO 14042 se eliminó en el 2006, pero su contenido se incorporó en las versiones de ISO 14040 e ISO 14044.

ISO/TS 14048:2002. Formato para la documentación de datos. Ilustra los formatos para la recolección de información con énfasis en la fase del inventario de ciclo de vida (recopilación de las entradas y salidas de los procesos).

ISO/TR 14049:2000. Ejemplos de aplicación de ISO 14041 para la definición del objetivo, alcance y análisis del inventario.

ISO 14041 se eliminó en el 2006, pero su contenido se incluyó en las versiones del 2006 de ISO 14040 e ISO 14044.

Fuente: Chacón (2008).

UNEP

Otro jugador importante en la arena del ACV es el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (The United Nations Environmental Programme, Unep), específicamente a través de su División de Tecnología, Industria y Economía, que promueve y brinda apoyo a los gobiernos y empresarios para la aplicación de prácticas que contribuyan al desarrollo sostenible.

Un aporte de la Unep en el campo del ACV fue la edición en 1996 de una guía para comprender el ACV denominada *Evaluación del ciclo de vida. Qué es y qué hacer con esta herramienta* (*Life Cycle Assessment: What it is, and*

what to do about it). Otra contribución que hizo este organismo fue la publicación de 1999 titulada *Hacia el empleo global de la evaluación de ciclo de vida (Towards global use of life cycle assessment)*, además del apoyo a un conjunto de seminarios y talleres en ACV que se efectuaron en Estados Unidos y Europa.

INICIATIVA GLOBAL DE LA UNEP-SETAC PARA EL ACV (UNEP-SETAC LIFE CYCLE INITIATIVE)

El foro mundial de expertos más importante actualmente para el estudio y la difusión del ACV es la Iniciativa de ciclo de vida de la UNEP-SETAC (The UNEP-SETAC life cycle initiative), que se lanzó oficialmente en Praga (República Checa), el 28 de abril del 2002 (Töpffer, 2002) con tres programas (Astrup, 2007):

- Gestión del Ciclo de Vida (GCV).
- Inventario de Ciclo de Vida (ICV).
- Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV).

El programa de GCV inicialmente determinó seis grupos de tareas (Astrup, 2007):

- Grupo 1: Manual de GCV.
- Grupo 2: Ciclo de vida basado en el desarrollo del producto.
- Grupo 3: Comunicación de información de ciclo de vida.
- Grupo 4: Gestión a lo largo del ciclo de vida.
- Grupo 5: Participación de las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida.
- Grupo 6: Desarrollo de materiales de entrenamiento en GCV.

Después los grupos 4 y 5, así como el 1 y el 6, se fusionaron en uno solo, respectivamente.

La iniciativa UNEP-SETAC fue una respuesta al llamado que hicieron más de cien ministros del Medio Ambiente, reunidos en el Primer Foro de Ministros de Medio Ambiente (a través de la Declaración de Malmö del 31 de mayo de 2000), a buscar el empleo del concepto de ciclo de vida en las economías de los pueblos con el fin de lograr patrones de consumo y de producción más sostenibles, aspectos estos últimos que se enfatizaron y se ratificaron en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible que se realizó en Johannes-

burgo (Suráfrica), del 26 de agosto al 4 de septiembre del año 2002 (Remmen et al., 2007, UNEP-SETAC).

Esta iniciativa viene trabajando los siguientes temas, para poner en práctica el pensamiento de ciclo de vida (puede ampliarse la comprensión de este concepto consultando Chacón, 2008) en el mundo (UNEP-SETAC, 2007):

- Gestión del Ciclo de Vida.
- Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida.
- Inventario de Ciclo de Vida.
- Fortalecimiento de la capacidad en ACV, principalmente en países en vías de desarrollo.

Finalmente, vale la pena hacer un recuento histórico de los principales eventos acaecidos sobre GCV, que es hoy en día un tema de amplio debate y desarrollo en el mundo, sobre todo en el seno de la Iniciativa de Ciclo de Vida de la UNEP-SETAC (Astrup et al., 2005; Astrup, 2007):

1993

Taller sobre GCV auspiciado por la Oede y realizado en París.

1998

- Primera reunión del Grupo de GCV de SETAC de Europa sostenida en Bordeaux (Francia).
- Segunda reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Aalborg (Dinamarca).

1999

- Tercera reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Stuttgart (Alemania).
- Cuarta reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Leipzig (Alemania).
- Quinta reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Copenhague (Dinamarca).
- Sexta reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Bruselas (Bélgica).

2000

- Séptima reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Brighton (Reino Unido).
- Octava reunión del Grupo de GCV de Setac de Europa sostenida en Lausana (Suiza).

2001

- Primera conferencia sobre GCV en Copenhague.
- Primer taller de la Unep sobre GCV realizado en Soeborg (Dinamarca).

2002

- Iniciativa de Ciclo de Vida de UNEP-SETAC incorpora, entre otros temas, la GCV.
- Se publica la *Guía de gestión del ciclo de vida (Life cycle management guide)*, de Five Winds International.

2003

- Informe de UNEP-SETAC del estudio sobre GCV.
- Se conforman cinco grupos de tareas para GCV.
- Conferencia Internacional sobre ACV/GCV en Seattle (Estados Unidos).
- Segundo Foro Internacional sobre GCV en Seattle (Estados Unidos).
- Taller sobre Política Integrada al Producto y GCV en Skoghall (Suecia).
- Informe danés sobre GCV de Arne Remmen y Marie Münster, titulado “Introducción al pensamiento y gestión del ciclo de vida” (“An introduction to life-cycle thinking and management”).

2004

- Monografía sobre GCV publicada por la Setac.
- Reunión del Grupo de Tareas 1 sobre GCV en Praga (Checoslovaquia) y luego en Berlín (Alemania).
- Taller de la Unep sobre Ecodiseño como parte de la GCV, en Gotemburgo (Suecia).
- Reunión del Grupo de Tareas 1 de UNEP-SETAC en Portland (Estados Unidos).

2005

- Reunión de los grupos de tareas 4 y 5 en Bolonia (Italia).
- Conferencia Cilca en Costa Rica.
- Reunión de los grupos de trabajo sobre GCV de la UNEP-SETAC, en Lille (Francia).
- Conferencia de GCV en Barcelona (España).
- Taller de UNEP-SETAC sobre GCV y comunicaciones de información de ciclo de vida a partes interesadas, en Barcelona (España).

2006

- Finalización de los materiales de entrenamiento sobre GCV elaborados por UNEP-SETAC.
- Conferencia sobre ACV y oportunidades de mercado en el pensamiento de ciclo de vida, en Lund (Suecia).
- Conferencia internacional sobre GCV en Washington D.C. (Estados Unidos).
- Taller de UNEP-SETAC sobre comunicaciones sostenibles en el sector de la construcción en diferentes regiones del mundo, en Stuttgart (Alemania).

2007

- Conferencia Cilca en São Paulo (Brasil).
- Publicación de la *Guía empresarial sobre GCV (LCM business guide)* de la UNEP-SETAC.
- Se inicia la colaboración entre el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible y UNEP-SETAC.
- Conferencia internacional sobre GCV en Zúrich (Suiza).
- Conferencia internacional sobre ACV/GCV en Portland (Estados Unidos).

A MODO DE CONCLUSIONES

En la figura 1 se ilustran, de manera resumida, el desarrollo histórico y las tendencias del ACV, destacándose allí los siguientes aspectos:

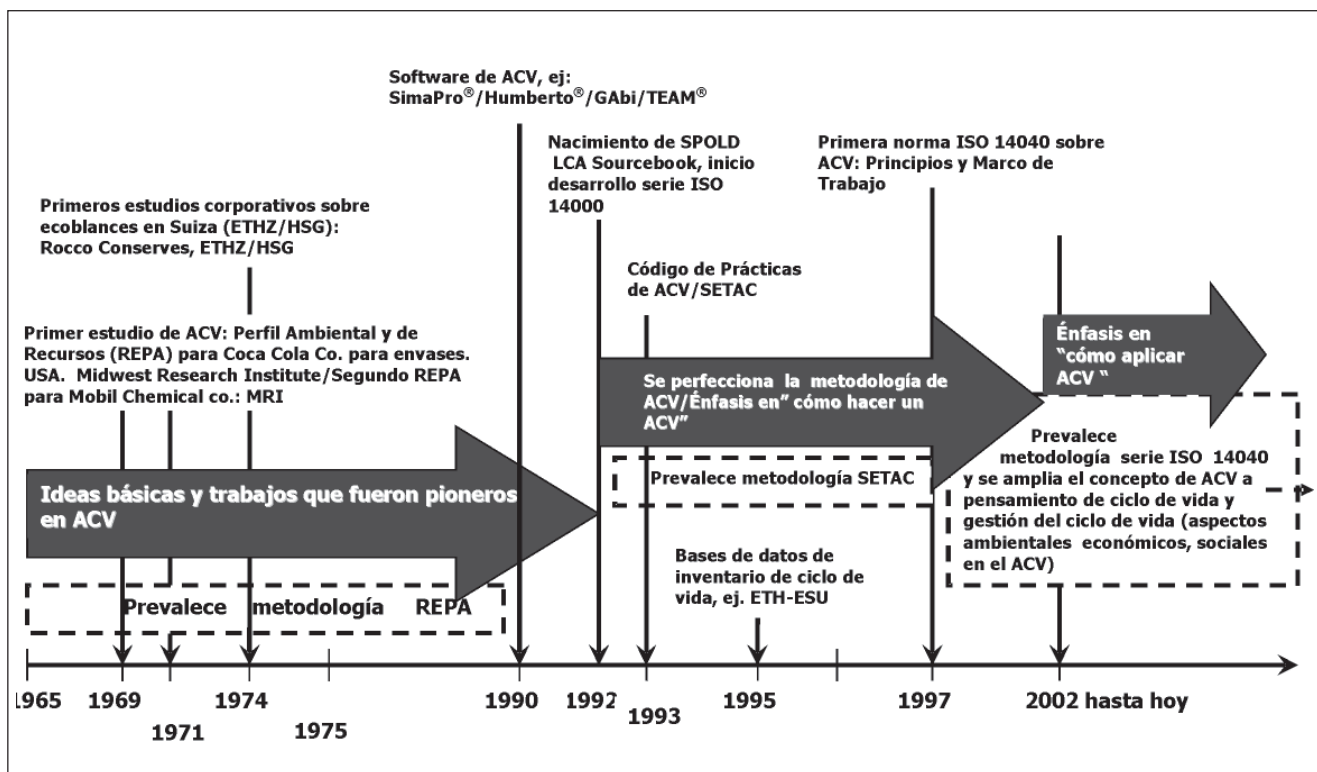
- El ACV tuvo sus comienzos en Estados Unidos y Europa, especialmente.
- La metodología que prevaleció para los proyectos y estudios de ACV fue Repa, desde principios de la década de los setenta hasta finales de la década de los ochenta.
- En los comienzos de los años noventa y hasta finales de la misma década prevalece el marco de trabajo de la Setac para los estudios de ACV.
- A partir de 1997 empieza a prevalecer el marco de trabajo de la ISO para los estudios de ACV.
- Desde comienzos de la década de los setenta hasta mediados de la década del 2000, el principal énfasis ha sido perfeccionar las metodologías de ACV (el énfasis era “Cómo aplicar el ACV”).
- Desde mediados de la década del 2000 se empiezan a hacer esfuerzos para el desarrollo de estrategias,

programas y metodologías para que las empresas y gobiernos usen o apliquen el ACV (el énfasis es “Cómo usar el ACV”).

- A partir de la década del 2000 se pasa de hablar de ACV a gestión del ciclo de vida, que incorpora no sólo los aspectos e impactos ambientales, sino también consideraciones económicas y sociales; hasta

hoy se continúan estudiando métodos internacionalmente aceptados para incorporar estos dos últimos aspectos al ACV.

Por último, en el anexo 3 se hace un resumen cronológico del ACV que recoge de manera sucinta los principales aspectos expuestos a lo largo del presente artículo.



Fuente: Tomado y modificado de Siegenthaler, 2008.

Figura 1. Evolución histórica y tendencias del análisis de ciclo de vida (ACV).

ANEXO 1. AVISO PUBLICITARIO DE LA FIAT EN *THE TIMES MAGAZINE* (1974)

“We can no longer measure the cost of an automobile by money alone”

	Big car (more than 2,5 liters)	Small car (less than 1 liter)
WHAT IT DOES	It carries 5 people and 500 cu.dm of luggage and reaches a top speed of 180 kph	It carries 4 people and 365 cu.dm of luggage and reaches a top speed of 140 kph
WHAT IT COSTS	More than twice as much as the smaller car	Less than half as much as the bigger car
WHAT IT USES UP	Fuel: 11 liters per 100 km at 2/3 of maximum speed	6.9 liters per 100 km at 2/3 of maximum speed
	Raw materials:	
	steel 1.334 kg	steel 686 kg
	cast iron 234 kg	cast iron 75 kg
	light alloys 100 kg	light alloys 25 kg
	copper 12 kg	copper 4 kg
	brass & 15 kg	brass & 4 kg
	bronze	bronze
	zinc, tin, 35 kg	zinc, tin, 12 kg
	lead alloys	lead alloys
	rubber 75 kg	rubber 39 kg
	1.805 kg	845 kg

Fuente: Siegenthaler, 2008.

ANEXO 2. EVENTOS Y REUNIONES SOBRE ACV (1998-2007)

Nombre del evento	Fecha de realización	Lugar	Objetivo/Temas tratados/Conclusiones
Tercera Conferencia Internacional sobre Ecobalances	25-27 de noviembre de 1998	Tsukuba (Japón)	Temas tratados -Aplicaciones del ACV -Gestión del ciclo de vida -Ecodiseño -Pensamiento de ciclo de vida
Primera Conferencia Internacional sobre Gestión del Ciclo de Vida	27-29 de agosto de 2001	Copenhague (Dinamarca)	Gestión del ciclo de vida (GCV) ¹ Temas tratados -Sostenibilidad -Por qué la GCV -Qué es la GCV -Indicadores de sostenibilidad -Desempeño ambiental -Gestión y evaluación de datos -Costeo de ciclo de vida -Política integrada al producto -Valores éticos y sociales -Participación de las partes interesadas -Gestión de la cadena de suministro -Declaraciones ambientales de producto -Ecoetiquetado -Gestión del ciclo de vida -Integración de conceptos y herramientas -Comunicación y toma de decisiones
Noveno Simposio sobre Casos de ACV	14-15 de noviembre de 2001	Noordwijkerhout (Holanda)	Temas tratados -Declaraciones ambientales para manejar e impulsar la creación de valor en la cadena de suministro -Verificación y auditorías de las declaraciones ambientales para los productos de consumo -Posibilidades y limitaciones del ACV en las declaraciones ambientales

Nombre del evento	Fecha de realización	Lugar	Objetivo/Temas tratados/Conclusiones
Primera Conferencia Internacional 2000: La tribología ² en el diseño ambiental. Las características de superficies que interactúan. Un factor clave para productos sostenibles	4-6 de septiembre de 2000	Bournemouth (Reino Unido)	<ul style="list-style-type: none"> -Productos orientados al ciclo de vida -Herramientas para el ecodiseño -Estudios de energía en la fase de uso de los productos -Calidad de las superficies -Ingeniería de las superficies -Materiales avanzados -Desarrollo de productos sostenibles -ACV para optimizar los productos -Evaluación del impacto ambiental -Estudios analíticos
Tercer Taller Europeo de materiales usados en la industria: Desarrollo eficiente de productos sostenibles	27 de abril de 1999	Berlín (Alemania)	Selección de materiales asistida por computador en el contexto del diseño para el medio ambiente
Conferencia Internacional y Exhibición sobre Análisis de Ciclo de Vida: Herramientas para la Sostenibilidad	25-27 de abril de 2000	Arlington (Virginia, Estados Unidos)	<ul style="list-style-type: none"> -Enfoques para integrar los valores económicos, ambientales y sociales en la toma de decisiones con énfasis en las aplicaciones del ACV y casos de estudio. -Cómo el ACV sirve para: <ul style="list-style-type: none"> i) crear ventajas comerciales ii) mejorar la toma de decisiones ambientales iii) ahorrar dinero a las organizaciones iv) organizar los sistemas de gestión ambiental v) medir el desempeño ambiental y el progreso hacia la sostenibilidad vi) entablar comunicaciones dentro y fuera de las organizaciones
Octavo Simposio Europeo de la Setac sobre casos de estudio	30 de noviembre de 2000	Bruselas (Bélgica)	<p>Tema general: Aumentando la credibilidad del ACV</p> <p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Incertidumbre y calidad de los datos -Aplicaciones del ACV en las decisiones actuales que toman los negocios -La revisión crítica, su papel, los obstáculos y perspectivas futuras
Tercer Congreso Mundial de la Setac	21-25 de mayo de 2000	Brighton (Reino Unido)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Integración de información económica y ambiental en el ACV -El inventario de ciclo de vida desde que se expidieron las normas ISO 14041 e ISO 14049 -Evaluación del impacto en el ciclo de vida para el uso de los recursos y del suelo -Evaluación del riesgo ambiental -Gestión integrada de residuos vs. Jerarquía de residuos
Foro sobre Instrumentos para la evaluación ecológica de productos dentro de las compañías	21 de noviembre de 2001	Frankfurt/Main (Alemania)	El foro tuvo un énfasis en la aplicación de variados sistemas de información ecológica orientados al producto (ACV, el método Basf para el análisis de la ecoeficiencia de productos, entre otros)
XI Reunión Anual Europea de la Setac	6-10 de mayo de 2001	Madrid (España)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Definición del objetivo y alcance: calidad de los datos y la incertidumbre en el ACV -El inventario de ciclo de vida después de ISO 14041: nuevos desarrollos en la modelación. -Avances en la evaluación de impacto del ciclo de vida: el agua y otros asuntos -Evaluación comparada del riesgo y el ACV -Gestión del ciclo de vida -El ACV y herramientas relacionadas: química verde y sostenible, costeo del ciclo de vida, contabilidad del flujo de materiales, diseño para el medio ambiente y ecología industrial
Conferencia sobre sostenibilidad ambiental	12-14 de noviembre de 2001	Graz (Austria)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contribución de la industria de la movilidad al desarrollo sostenible -La responsabilidad del fabricante en el diseño de productos -La responsabilidad extendida al productor

Nombre del evento	Fecha de realización	Lugar	Objetivo/Temas tratados/Conclusiones
Taller de la Unep sobre gestión del ciclo de vida (GCV): Compartiendo experiencias en GCV	30 de agosto de 2001	Copenhague (Dinamarca)	Entre otros temas, se trataron los siguientes: -Desarrollo de metodologías completas y simplificadas de ACV -Otras herramientas cuantitativas diferentes del ACV -Metodología para costeo de ciclo de vida -Metodología para el análisis Input/Output -Pensamiento de ciclo de vida, empleando criterios cuantitativos -Comunicación y educación -Integración de las herramientas de gestión ambiental -Consideración de los aspectos socioeconómicos de la sostenibilidad en la perspectiva del ciclo de vida -Estrategias de la comunicación -Lado del demanda del ACV: necesidades de mejora -Relación con la política integrada al producto
Quinta Conferencia Internacional sobre Ecobalances: Herramientas Prácticas y Principios para la Sostenibilidad	6-8 de noviembre de 2002	Tsukuba (Japón)	Temas tratados -ACV -Indicadores de desempeño ambiental -Aplicaciones del pensamiento de ciclo de vida en el desarrollo de productos -Información ambiental de productos y su uso en las compañías -Ecología industrial/Ciclo de materiales y energía -Evaluación y selección de materiales ambientalmente sanos Temas que deben trabajarse en el futuro en Japón y resto del mundo -Establecimiento del estado del arte de la práctica del ACV -Vincular el ACV con otras herramientas, en particular con aquellas que tienen importancia comercial, como las compras verdes -Establecimiento de indicadores o métricas para el desarrollo sostenible -Cerrar la brecha entre teoría y práctica -Promoción del ACV en las pymes y en los países en vías de desarrollo
XII Reunión Anual Europea de la Setac	12-16 de mayo de 2002	Viena (Austria)	Temas tratados -La aplicación del análisis Input-Output en el ACV -Desarrollos en la metodología del inventario de ciclo de vida y su aplicación -Gestión del ciclo de vida y toma de decisiones -Evaluación del impacto del ciclo de vida -ACV, evaluación del riesgo y herramientas relacionadas -El ACV y la gestión de residuos -Costeo de ciclo de vida -ACV y los mercados de la energía -Esquemas de información del ciclo de vida del producto (ecoetiquetado, declaraciones ambientales de producto, política integrada al producto) y gestión del ciclo de vida
Séptimo Foro Empresarial Internacional	20-22 de agosto de 2002	Johannesburgo (Suráfrica)	Temas tratados -Las pymes y la gestión ambiental -La gestión ambiental y la Internet -Turismo sostenible
Quinta Conferencia Internacional sobre Ecobalances	6-8 de noviembre de 2002	Tsukuba (Japón)	Temas tratados -ACV -Indicadores de desempeño ambiental -Pensamiento de ciclo de vida aplicado al desarrollo de productos y a la gestión de las empresas -Información ambiental para compañías y productos -Ecología industrial y los ecomateriales
XIV Reunión Anual Europea de la Setac	19-22 de abril de 2004	Praga (República Checa)	Temas tratados -Evaluación del impacto del ciclo de vida -El ACV y los mercados de la energía eléctrica -El ACV y el análisis Input-Output -El ACV y el costeo de ciclo de vida -El ACV y la toma de decisiones estratégicas de política -El ACV y Omnitox (simposio especial) -Incertidumbre y errores de cálculo en el ACV

Nombre del evento	Fecha de realización	Lugar	Objetivo/Temas tratados/Conclusiones
Sexta Conferencia Internacional sobre Ecobalances. Desarrollo y sistematización de herramientas de ecobalance con base en el pensamiento de ciclo de vida	25-27 de octubre de 2004	Tsukuba (Japón)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida y análisis de riesgos -Agricultura -Metodología del inventario de ciclo de vida -Casos avanzados de ACV -Bases de datos y <i>software</i> -Gestión de residuos -Análisis del flujo de materiales -Costeo de ciclo de vida -Diseño para el medio ambiente -Ecoeficiencia -Ecomateriales -Sistemas de tecnología -Herramientas de apoyo para la toma de decisiones en política ambiental -Ecología industrial -Contabilidad del costo del flujo de materiales -Comportamiento del consumidor y el medio ambiente <p>Algunas conclusiones y observaciones que cabe destacar (Hellweg et al.)</p> <ul style="list-style-type: none"> -En la toma de decisiones de política del gobierno es bien importante la adopción del pensamiento de ciclo de vida y la comunicación sobre sostenibilidad con las partes interesadas; por ejemplo, en el tema de compras estatales, el tema de las compras verdes debería contemplarse sobre la base del ACV -La evaluación del impacto social con base en el pensamiento de ciclo de vida todavía es un aspecto interesante e importante para desarrollar, por lo que se requiere hacer esfuerzos en el diseño de metodologías que permitan hacerlo -Los métodos del ACV no sólo deben considerar en el "cómo hacerlo" sino que también debe haber esfuerzos en el "cómo usarlo" -También sigue siendo necesario desarrollar metodologías que ayuden a incorporar los flujos monetarios con el ciclo de vida de los productos y servicios. -Las necesidades del consumidor tienen un papel relevante en la construcción de una sociedad sostenible
Conferencia 2005 sobre gestión del ciclo de vida. Innovación a través de la gestión del ciclo de vida	5-7 de septiembre de 2005	Barcelona (España)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -GCV en la práctica. Ecoetiquetado de los recursos bióticos -Políticas ambientales y estrategia del producto -Declaraciones ambientales del producto -Factores sociales -Pensamiento del ciclo de vida en la práctica -Integración de herramientas -Análisis Input/Output -Opciones de gestión de residuos -Agricultura y la producción de alimentos y los biocombustibles
Séptima Conferencia Internacional sobre Ecobalance	25-27 de noviembre de 2006	Tsukuba (Japón)	<p>Temas tratados</p> <ul style="list-style-type: none"> -Energía y sostenibilidad -Desarrollo ecoindustrial -La ecoeficiencia para la información y las tecnologías de la comunicación -Gestión de flujos para la innovación de procesos y la sostenibilidad -Gestión y reciclaje de residuos -Análisis del inventario -Evaluación del impacto -La ecoeficiencia y los índices -Ecodiseño/Análisis Input/Output -Análisis del flujo de materiales -Gestión del ciclo de vida -Bases de datos y <i>software</i> -Consumo sostenible -Ecomateriales

Nombre del evento	Fecha de realización	Lugar	Objetivo/Temas tratados/Conclusiones
Tercera Conferencia Internacional sobre Gestión del Ciclo de Vida	27-29 de agosto de 2007	Zúrich (Suiza)	Temas tratados -Diseño para el medio ambiente -Ecoeficiencia -Comunicación ambiental -Eficiencia energética -Ecología industrial -Gestión del ciclo de vida y las ONG -Gestión del ciclo de vida en los países emergentes -Desarrollo del proceso -Análisis de escenarios -Responsabilidad social -Herramientas y bases de datos -Consumo sostenible -Gestión del ciclo de vida y los sistemas de gestión ambiental -Promoción del pensamiento de ciclo de vida

Fuente: Construcción propia del autor.

1. Chacón Vargas, Jairo Raúl, *op. cit.*
2. La ciencia y tecnología de la fricción, lubricación y uso de superficies en movimiento, aplicada principalmente en el diseño de rodamientos.

ANEXO 3. CRONOLOGÍA DEL ACV

Década	Año	Evento	
1960	1963	Informe de Harold Smith, presentado en la Conferencia Mundial de Energía, sobre los impactos ambientales de los productos	
	1969	Estudio para Coca-Cola Co. sobre los impactos ambientales y consumo de energía de varios tipos de envases, elaborado por MRI con metodología Repa	
	1960	En Suecia, Tetra Pak encarga al doctor Gustav Sundström la realización de estudios de ACV de botellas de PVC	
1970	1971	En Estados Unidos, la Universidad de Illinois y la Universidad de Stanford realizan estudios de ACV de botellas para bebidas	
	1970	Estudio de comparación de botellas de vidrio, PE y PVC elaborado en el marco del Programa RANN de los Estados	
	1970	En Suecia, Tetra Pak encarga otro estudio de ACV de envases plásticos	
	1971	Se publica el libro <i>Design for real world: human ecology and social change</i> , escrito por P. Papanek	
	1971	En Estados Unidos, segundo Repa de MRI para Mobil Chemical Company para bandejas de plástico y cartón	
	1972	Informe "Los límites del crecimiento"	
	1972	Publicación del documento <i>A blueprint for survival</i>	
	1972	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano (conocida también como Conferencia de Estocolmo)	
	1972	USEPA encarga a MRI estudio de ACV de envases de bebidas	
	1972	En el Reino Unido, el doctor Ian Boustead elabora un estudio de ACV de envases para leche	
	1972	En Alemania, el doctor Bonifaz Oberbacher desarrolla junto con el doctor H. Nikodem el primer protocolo para el ACV	
			En Alemania, el Batelle-Institut hace estudios de ACV de envases plásticos
	1973		Embargo de la Opep a los países de Europa y Estados Unidos
	1973		Se desarrolla en Estados Unidos el primer <i>software</i> de ACV
	1973		En Suecia, publicación de los estudios de ACV de Tetra Pak
	1974-1975		Avances y contribuciones del ACV en Estados Unidos, publicados en el <i>Journal Energy Policy</i>
		1974	Aparece en la revista <i>The Times Magazine</i> un aviso publicitario de la Fiat que incorpora elementos de pensamiento de ciclo de vida
	1974	En Suiza, primer ecobalance en la empresa Rocco Conserves, elaborado por ETHZ y HSG	
	1975	Se funda la firma Franklin Associates, pionera en Estados Unidos y en el mundo en la elaboración de estudios de ACV	
1975 - 1988		En Estados Unidos decae el interés por el ACV	
	1976	Publicación del resumen del estudio de Coca-Cola Co. en la revista <i>Science Magazine</i>	
	1976	USEPA publica <i>Resource and environmental profile analysis of nine beverage container alternatives</i>	
	1976	US Federal Energy Agency pone a disposición del público bases de datos y la metodología Repa	
	1977	Publicación del libro <i>Energy analysis</i> , de J.A.G. Thomas	
	1978	Publicación parcial del estudio de ACV de Good Year Tire & Rubber Co.	
	1979	Se funda Setac	

Década	Año	Evento
1980	1980	En Estados Unidos, Informe del estudio de ACV de Solar Energy Research Institute
	1985	Expedición de la Directiva 85/339 de la Comunidad Económica Europea sobre envases de alimentos líquidos que incorpora el pensamiento de ciclo de vida
	1985	En Alemania, Franklin Associates hace el estudio "Comparative energy and environmental impacts of 21 PET and 11 refillable glass bottles used for soft drink delivery in Germany"
	1985	En Suecia, ABT Tetra Pak encarga a M.P. Lundholm y G. Sundström la elaboración del estudio "Resource and environmental impact of Tetra Brik carton and refillable and non-refillable glass bottles. Tetra Brik Aseptik Environmental Profile"
	1987	Informe de la Comisión Brundtland titulado "Nuestro futuro común"
1990	1990	En Estados Unidos, Franklin Associates elabora el estudio de ACV de pañales desechables y no desechables
	1990	En Suecia se llevan a cabo dos proyectos sobre ACV para ver las implicaciones de aplicar esta herramienta en la industria sueca
	1990	En Japón se crea el Centro del ACV
	1990	En China se adopta ISO 14040 como norma nacional
	1990	En Argentina se lleva a cabo una encuesta sobre ACV
	1990	Primer Taller de la Setac de Norteamérica sobre ACV
	1991	Setac de Norteamérica realiza cinco talleres sobre ACV en Estados Unidos, Holanda y Portugal
	1991	El Consejo Nórdico de Ministros inicia el programa de ACV
	1991	En Canadá, la empresa Alcan Aluminium participa en un estudio de ACV
	1991	En Canadá, los fabricantes de plásticos y del acero participan en proyectos sobre ACV
	1991	Se expiden en Japón regulaciones sobre reciclaje
	1992	En Europa, se funda Spold
	1992	En Japón, el Centro Eco-Vida realiza un estudio de ACV de varios productos
	1992	En Estados Unidos, elaboración del informe "Tellus Packaging Study: Inventory of Material and Energy Use and Air and Water Emissions from the Production of Packaging Materials"
	1992	En Estados Unidos, Franklin Associates publica un artículo en el que se explica la metodología del ACV
	1993	USEPA publica una guía para la etapa del inventario
	1993	USEPA crea el "Programa de Compras Verdes"
	1993	Publicación en Europa de <i>LCA Sourcebook</i> , de Spold
	1993	Setac publica <i>Setac guidelines for life-cycle assessment: a code of practice</i>
	1993	En Japón, la Agencia para las Ciencias y la Tecnología inicia el Proyecto de Investigación de Ecomateriales
	1994	En Canadá se publican las primeras normas nacionales de ACV
	1995	Lanzamiento del proyecto "Winning Acceptance" por parte de Spold
	1995-2000	En Canadá se publica <i>Ecocycle</i>
	1995	En Canadá se publica <i>Life cycle management: a guide for better business decisions</i>
	1995	En Canadá se publica <i>Los efectos ambientales de los materiales de la construcción</i>
	1995	En los países nórdicos, publicación de <i>Nordic guidelines for life cycle assessment</i>
	1995	Nace la publicación periódica científica sobre ACV llamada <i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>
	1995	Se crea la Sociedad Japonesa de ACV
	1996	Primer número de <i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>
	1997	Publicación de la primera norma internacional sobre ACV, ISO 14040
	1997	En Canadá se publica <i>Life cycle management in Canada</i>
	1997	En Bélgica se lleva a cabo un proyecto de demostración sobre ecodiseño
	1997	En Bélgica se desarrolla el primer <i>software</i> para estudios de ACV llamado <i>Ecoscan</i>
	1997	En Corea se funda la Sociedad Coreana para la Evaluación del Ciclo de Vida
	1997	En Brasil, primera publicación de ACV titulada <i>Análisis de ciclo de vida de los productos: herramientas de gestión ambiental ISO 14040</i> , de José Ribamar Chenebe
	1997	En Colombia se crean los comités técnicos del Icontec para la homologación a normas nacionales de las normas internacionales de la serie ISO 14000
	1998	En Canadá, empresas internacionales hacen un estudio de ACV de un periódico y de una revista
	1998	En Italia, se publica la primera guía sobre ACV titulada <i>Manual de operación del ACV</i> , del profesor Vanni Badino
	1998	En Japón, el Ministerio de Agricultura, Bosque y Pesca inicia un proyecto de ACV
	1998	En Europa se lleva a cabo un estudio de ACV para ver el grado de aplicación de esta herramienta en empresas de Alemania, Italia, Suiza y Suecia
1998	En Japón se comienza el Proyecto Nacional de ACV	
1998	En Brasil, nacimiento del Grupo de Prevención de la Contaminación de la Universidad de São Paulo, que entre otros temas de investigación, trató el ACV	
1998	En Brasil, nace el Comité Brasileño de Gestión Ambiental que apoyó el desarrollo de la serie ISO 14040	
1998	En Colombia, primeros cursos y estudios de ACV en la Universidad de los Andes	
1999	En Italia se crea la Sociedad Italiana para el ACV	
1999-2003	Aumento sustancial de ventas de licencias de <i>software</i> de ACV	
1999	Planteamiento de la Oede de la política integrada al producto	
1999	Se contempla la política integrada al producto en el Consejo Europeo reunido en Weimar	

Década	Año	Evento
2000	2000	Se incrementa en el mundo la elaboración de estudios de ACV
	2000	En Suiza se funda el Centro Suizo para Inventarios de Ciclo de Vida, el cual desarrolló la base de datos europea Ecoinvent
	2001	En Estados Unidos se funda el Centro Americano para la Evaluación del Ciclo de Vida
	2001	Se terminan las actividades de Spold
	2001	En Europa se publican dos grandes estudios sobre el estado del arte del diseño de productos sostenibles
	2001	En Tailandia, termina Primera Fase del Proyecto Jemai de ACV
	2001	En Tailandia se crea la Red Tailandesa de ACV
	2001	La Comisión Europea presenta el <i>Libro Verde sobre Política Integrada al Producto</i>
	2001	En Colombia, la UPB inicia su interés en ACV participando en el Comité Técnico 36 del Icontec sobre ACV
	2002	Se lanza oficialmente en Praga la Iniciativa de Ciclo de Vida de UNEP-SETAC
	2002	En Brasil se funda la Asociación Brasileña de Ciclo de Vida (ABCV)
	2003	En Canadá, con el auspicio de Ciraig se realiza el primer foro canadiense de ACV
	2003	En Suecia, CPM elabora el proyecto de ACV en el sector forestal
	2004	En Brasil, ABCV inicia el Proyecto Brasileño de ACV
	2005	La UPB y la Escuela Colombiana de Ingeniería, empresas industriales y ONG participan en el curso internacional de ACV de la Universidad de Chalmers, en Suecia, en las instalaciones del Icontec
	2006	En Italia, surge la Red Italiana de ACV
	2006	En Tailandia se crea la Red Tailandesa de ACV
	2005-2008	En Colombia, la UPB realiza estudios de ACV para una compañía carbonífera, para una empresa fabricante de baterías plomo-ácido y para una entidad ambiental regional (en el tema de las llantas usadas)
	2008	En Colombia, la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito incorpora los fundamentos del ACV en sus cursos de producción más limpia dictados en el programa de ingeniería industrial.

Fuente: Construcción propia del autor.

NOTAS

1. La Organización de Países Exportadores de Petróleo (sus miembros son Argelia, Qatar, Ecuador, Irán, Iraq, Kuwait, Libia, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Venezuela, Nigeria y Angola). Se fundó en 1960 como respuesta a la presión que ejercían las grandes compañías de petróleo para la reducción de los precios del crudo que cobraban los productores.
2. Fundado en 1968 por Aurelio Peccei, un industrial italiano, y Alexander King, un científico escocés, con el propósito de llevar a cabo actividades que propendieran a un desarrollo y crecimiento industrial más dignificante desde el punto de vista humano.
3. *Energy and Environmental Profile Analysis of Children's Disposable and Cloth Diapers* (1990). Franklin Associates.
4. Si el lector desea una ampliación de este tema puede consultar el artículo "Métodos de apoyo para una gestión ambiental en las organizaciones. Una perspectiva general", de Jairo Raúl Chacón Vargas, publicado en la *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, año 18, No. 70, abril-junio de 2008.
5. Pequeñas y Medianas Empresas.
6. Método para la evaluación del impacto ambiental utilizado en estudios de ACV, desarrollado en Holanda por la firma Pré Consultants.
7. Sin fecha.
8. Los estudios de ACV simplificados se focalizan en el sistema de producción; específicamente evalúan el impacto ambiental del uso del material. Por ejemplo, un ACV puerta a puerta entra al sistema materia prima a la fundición y sale del sistema el cobre refinado. Un ACV reducido también puede ser de la "cuna a puerta". Por ejemplo, se extrae el mineral de cobre, éste entra al sistema de producción y sale de allí el cobre refinado.

REFERENCIAS

1. Jensen, Allan Astrup. Setac Europe LCA Steering Committee-The Early Years.
2. Jensen, Allan Astrup (2007). The LCM Conferences - How They Came About. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12. Special Issue 1: 2-3.
3. Arena, Alejandro Pablo (2001). Spreading Life-Cycle Assessment to Developing Countries. Lessons from Argentina. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 4, No. 3: 3-6.
4. Jensen, Allan Astrup & Remmen, Arne (2005). The Historical Development of Life Cycle. Management (Slides). Force Technology and Aalborg University. 2nd International Conference on Life Cycle Management. Barcelona, September 5-7.
5. Díaz, Adenso, Álvarez, María José & González, Pilar (2004). *Logística inversa y medio ambiente*, Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, SAU.
6. Jensen, Allan Astrup, Hoffman, Leif, Möller, Schmidt, Anders, Christiansen, Kim, Elkington, John & Van Dik Franceska. European Environment Agency. Life Cycle Assessment (LCA). A Guide to Approaches, Experiences and Information Sources. *Environmental Issues Series/No. 6*, pp. 13-15.
7. Ayres, Robert U. (1995). *Life Cycle Analysis: a critique. Resources, conservation and recycling*, 14, 199-223.
8. Baldo, Gian Luca & Giacomucci, Antonio (1999). Institutions: The LCA-Society of Italy. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4, (3).
9. Baumann, Henrikke & Tillman, Anne-Marie (2004). *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Lund, Sweden: Studentlitteratur AB.
10. Baumann, Henrikke (2000). Introduction and organization of LCA activities in industry. Description and analysis of two projects in Swedish companies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (6) 363-368.
11. Bishop, Paul L. (2000). *Pollution prevention. Fundamentals and practice*. McGraw-Hill Higher Education. International Edition.

12. Book Reviews (1999). *Int. J. LCA* 4 (4).
13. Botero E., Naranjo, C., Aguirre. Apeinpro, Software for Life Cycle Assessment (LCA) and Environmental Performance Evaluation (EPE). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13 (2), 172-174.
14. Boustead, Ian (1996). LCA-How it came about the beginning in the U.K. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1 (3) 147-150.
15. Bretz, Rolf (1998). Spold. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (3), 119-120.
16. Cappellaro, Francesca, Scalbi, Simona & Masoni Paolo (2008). Editorial. The Italian network on LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13: 523-525.
17. Chacón Vargas, Jairo Raúl (2008). Métodos de apoyo para una gestión ambiental en las organizaciones. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, año 18, No. 70, abril-junio, 43-72.
18. Cilca (2009). III Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida en Latinoamérica. Acerca de Cilca 2009. <http://www.cilca2009.cl> 07/02/2009.
19. Conference Announcement: Environmental Sustainability Conference (2000). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (6).
20. Conference Announcements (1999). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (5).
21. Conference Reports: LCA in Brighton (2000). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (4), 249.
22. Conference Reports: 8th LCA Case Studies Symposium (2001). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (1), 53-54.
23. Curran, Mary Ann (1996). *Environmental Life-Cycle Assessment*, McGraw-Hill.
24. Curran, Mary Ann (2007). The InLCA/LCM Conferences-How They Came About. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12, Special Issue 1, 4.
25. Ecobilan. Life Cycle Assessment History. http://www.ecobilan.com/uk_lca02.php. 31/08/2002.
26. Ecoinvent. History of the Ecoinvent Centre, the Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <http://www.ecoinvent.org/we-about-us/history/> 04/09/2008.
27. European Commission. Guidelines for the application of life cycle assessment in the EU eco-label scheme. ISBN 92-827-8684. 6. Luxemburgo (1997). Office for Official Publications of the European Communities.
28. Fava, James & Cooper, Joyce Smith (2002). Alignment of North American Activities to the UBEP/SETAC Life-Cycle Initiative. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 5, No. 4, pp. 3-5.
29. Fink, Paul (1997). The roots of LCA in Switzerland-Continuous learning by doing. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (3), 131-134.
30. Finkbeiner, Matthias & Matsuno, Yasunario (2000). LCA in Japan-The past, the present, the future. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (5), 253-254.
31. Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef). <http://www.fondef.cl/> 07/02/2009.
32. Frankl, Paolo & Rubik, F. (1999). Life-Cycle Assessment (LCA) in Business an Overview on Drivers, Applications, Issues and Future Perspectives. Center for the Management of Environmental Resources (CMER, France). Institut fuer oekologische Wirtschaftsforschung (Germany). *Global Nest: the Int. J.* Vol. 1, No. 3, pp. 185-194.
33. From Rio to Johannesburg- A Business Perspective (2002). The 7th International Business Forum. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (5), 253-260.
34. Fullana, Pere & Puig, Rita (1997). Análisis de Ciclo de Vida. *Cuadernos de Medio Ambiente*, 1^a ed. Barcelona: Rubes Editorial, S.L.
35. Giacomucci, Antonio & Baldo, Gian Luca (1999). LCA Activities in Italy. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (4).
36. Ginnée B., Jeroen (final editor), Gorrée, Marieke, Heijungs, Reinout, Huppés, Gjal, Kleijn René, De Koning, Arjan, Van Oers, Laurant, Sleswijk, Wegener, Anneke, Suh, Sangwon, Udo de Haes, Helias, De Brujin, Hans, Van Duin, Robbert, Huijbregts, Mark, Lindeijer, Erwin, Roorda, Aksel & Van der Ven, Bernhard (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
37. Ginnée B., Jeroen (final editor), Gorrée, Marieke, Heijungs, Reinout, Huppés, Gjal, Kleijn, René, De Koning, Arjan, Van Oers, Laurant, Sleswijk, Wegener, Anneke, Suh, Sangwon, Udo de Haes, Helias, De Brujin, Hans, Van Duin, Robbert, Huijbregts, Mark, Lindeijer, Erwin, Roorda, Aksel & Van der Ven, Bernhard (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
38. Giudice, Fabio, La Rosa, Guido & Risitano, Antonino (2006). *Product Design for the Environment. A Life Cycle Approach*. Boca Raton. US: Taylor & Francis Group.
39. Goijberg, Norman (2003). Reducción de gases de efecto invernadero. Construcción sustentable. Seminario Cambio Climático en Chile. Oferta de Bonos de Carbonos y de Servicios Ambientales al Mundo. Santiago de Chile, 18-19 de junio.
40. Hanssen, Ole J. (1999). Status of Life Cycle Assessment (LCA). Activities in the Nordic Region. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (6), 315-320.
41. Hellweg, Stefanie & Frischknecht (2004). Evaluation of Long-Term Impacts in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 9 (5), 339-341.
42. Hellweg, Stefanie, Koehler, Annette & Rebitzer, Gerald (2007). Conference Announcement and Call for Papers. LCM2007 Zurich. From analysis to implementation, 3rd International Conference on Life Cycle Management. Zurich, August 27-29. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11 (6), 447-448.
43. Hicks, C. & Dietmar, R. (2007). Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. *Journal of Cleaner Production*, 15, 395-408.
44. Hondo, Hiroki, Tokimatsu, Koji, Fujita, Tsuyoshi, Matsuno, Yasunari & Nakajima, Michiyasu (2007). Designing our Future Society Using Systems Thinking. November 25-27, 2006, Tsukuba, Japan. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12 (1), 66-69.
45. Hunkeler, David, Ryochi, Yamamoto & Itaru, Yasui (1999). A Review of the Third International Conference on Ecobalances. Tsukuba, Japan, November 25-27, 1998. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (2), 118-120.
46. Hunkeler, David, Rebitzer, Gerald & Inaba, Atsushi (2002). Environmental Performance Indicators and Application of Life Thinking to Product Development and Corporate Management. A detailed LCM-related excerpt of the Fifth International Conference on Ecobalances. November 6-8, Tsukuba, Japan.
47. Hunkeler, David, Yasui, Itaru & Yamamoto, Ryoichi (1998). LCA in Japan: Policy and progress. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (3), 124-130.
48. Hunt, Robert G. & Franklin, William E. (1996). LCA- How it came about: Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1(1), 4-7.

48. Hur, Tak (1999). Activities of the Korean Society for Life Cycle Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (5), 247-248.
49. Inaba, Atsushi, Hunkeler, David, Rebitzer, Gerald, Finkbeiner, Matthias, Siegenthaler, Claude & Saur, Konrad (2003). The Fifth International Conference on Ecobalances. Practical Tools and Thoughtful Principles for Sustainability. November 6-8, 2002, Tsukuba, Japan. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (1), 1-5.
50. Inaba, Atsushi & Grant, Tim (2003). AIST Workshop "Gateway to Life Cycle Impact Assessment for Apec Member Economies". *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (2), 62.
51. InterfacEHS. Life Cycle Concept. A Journal on Integrated Management of Occupational Health and the Environment (2006). <http://www.interfacehs.sp.senac.br/07/02/2009>.
52. Jensen, Allan Astrup, Hunkeler, David, Gaillard, Gérard, Hellweg, Stefanie & Christiansen, Kim (2005). LCM 2005-Innovation by Life Cycle Management. Barcelona: 5-7 September 2005. *International Journal of Life Cycle Management*, 10 (6), 451-453.
53. Klöpffer, Walter (2006). In Memoriam. Bonifaz Oberbacher (1916-2005). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11 (4), 294.
54. Klöpffer, Walter & Heinrich, Almut B. (2005). Editorial. 2005-The 10th Anniversary Volume of Int LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10 (2), 95-96.
55. Konrad, Wilfried (2002). Conference Reports. *International Journal of Life Cycle Assessment*. Forum "Instruments for Ecological Assessment of Products Within Companies". *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (1), 55.
56. Lewis, Helen, Gertzikis, John, Grant, Tim, Morelli, Nicola & Sweatman, Andrew. (2001). Design + Environment. A Global Guide To Designing Greener Goods. UK: Greenleaf Publishing. Sheffield.
57. Lohsomboon, Pongvipa. LCA Activities in Thailand. Business and Environment Program, Thailand Environment Institute. Sf.
58. Marsmann, Manfred (1997). Editorial. ISO 14040-The First Project. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (3), 122-123.
59. Matsuno, Yasunari & Kondo, Yasushi (2008). The Collaboration between Int J Life Cycle Assess and J LCA Jpn. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14: 83-88.
60. Naranjo, Carlos. Análisis de ciclo de vida. Universidad Pontificia Bolivariana. Recuento histórico. Comunicación personal.
61. Pålson, Ann-Christin & Carson, Raúl (2000). Using an LCI Database For Reporting and Communication. CPM. Chalmers University. Conference on Life Cycle Assessment: Tools for Sustainability. Arlington, Virginia: April 25-27.
62. Pap, Nóra. Introduction to Life Cycle Assessment (LCA) (2004). Industrial Ecology and Recycling Course. 19.10. (Slides). University of Oulu.
63. Peña, Claudia, Caldeira-Pires, Armando, Raval, Antoine, Palma, Silvia, Lima Ferreira, Ángela María, Hirohumi, Tanimoto, Armando, Kiperstok, Asher & Wiertz, Jacques (2008). Universidad de Brasilia. Centro Chileno de Investigaciones Minera y Metalúrgica (CIMM). The 6th Workshop on LCA for APEC Members Economies. Tokio: 6-7 of March.
64. Peña, Claudia (CIMM) (2008). Life Cycle Assessment (LCA): a Methodological Tool for Industrial Sustainability. 8th International Conference Clean Technologies for the World Mining Industry. Santiago, Chile: 13-16 April.
65. Peña, Claudia (2008). Hitos en la evolución de la industria en el mundo. Innova Minería. <http://www.innovamineria.cl> 07/02.
66. Rebitzer, Gerald, Köhler, Annette, Suh, Sangwon, Klöpffer, Jolliet, Olivier & Saur, Konrad (2003). Theory and Practical Implementation of Life Cycle Assessment. 13th Setac-Europe Annual Meeting, 27 April – 1 May, 2003 in Hamburg, Germany. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (4), 235-240.
67. Rebitzer, Gerald, Pere, Fullana, Olivier, Jolliet & Klöpffer, Walter (2001). An Update on the Liaison of the Two LCA-Planets: 11th Setac Europe Annual Meeting, 6-10 May 2001 in Madrid, Spain. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (4), 187-191.
68. Rebitzer, Gerald, Windsperger, Andreas, David, Pennington & Jolliet, Olivier (2002). Science and Application of Life Cycle Assessment. 12th Setac Europe Annual Meeting, 12-16 May 2002 in Viena, Austria. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4), 251-252.
69. Remmen, Arne, Jensen, Allan Astrup & Frydendal, Jeppe (2007). Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability. Unep-Setac Life Cycle Initiative. Unep DTIE Sustainable Consumption and Production Branch. pp. 49-51.
70. Research Projects (2001). Sustainable Product Design: Two major studies published on State of the Art in the EU and Dissemination to SMEs. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (4), 250.
71. Rex, Emma & Baumann, Henrikke (2004). Expanding the Green Practice of LCA. The first decade of Life Cycle Assessment Activity in the Swedish Forest Products Industry. Centre for Environmental Assessment of Product and Material System. Chalmers University of Technology.
72. Scharnhorst, Wolfram, Köhler, Annette, Rebitzer, Gerald, Hischier, Roland & Jolliet, Olivier (2004). Progress in Modern Life Cycle Assessment: Practice and Research. 14th Setac Europe Annual Meeting, 19th -22nd April 2004 in Prague, Czech Republic. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 9 (3), 143-151.
73. Setac Meetings (2001). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (4), 254.
74. Siegenthaler, Claude Patrick & Margni, Manuele (2005). Dissemination, Application and Assessment of LCA in industry. 25th LCA Discussion Forum at ETH Zürich, Switzerland. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10 (5), 377-378.
75. Siegenthaler, Claude Patrick (2008). Life Cycle Analysis and Applications. Corporate Sustainability and Technology. Guest Lecture, ETHZ. Faculty for Humanity and Environment-Hosei University Tokyo. October.
76. Sonnemann, Guido W., Solgaard, Anne, Saur, Konrad, Udo de Haes, Helias, Christiansen, Kim & Jensen, Allan Astrup (2001). Life Cycle Management: Unep-Workshop. Sharing Experiences on LCM. Copenhagen, Denmark, August 30. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (6), 325-333.
77. Sundkvist, Åsa & Göran, Finnveden (2007). Stakeholder needs study on indicators for IPP (Integrated Product Policy). *Journal of Cleaner Production*, 15, 323-326.
78. Suppen, Nydia, Carranza, Mario, Huerta, Mario & Hernández, Mario (2006). Environmental Management and Life Cycle Approaches in the Mexican Mining Industry. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1101-1115.
79. Suppen, Nydia (2005). LCA Association in Latin America. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10 (5), 376.
80. Tellenbach, Mathias (2008). Life Cycle Assessment as a Decision Tool in Environmental Policy (Slides). Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications Detec. Federal Office for Waste and Raw Material FOEN. Waste and Raw Material Division. Lausanne, March 14.
81. Thai LCA Network. <http://www.thailca.th.gs/>. 2006.

82. Tilche, Andrea & Galatola, Michele (2008). Life Cycle Assessment in the European Seventh Framework Programme for Research (2007-2013). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13 (2), 166-167.
83. Töpffer, Klaus (2002). Editorial for Int J LCA on the Launch of the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4), 191.
84. U.S. Environmental Protection Agency (2000). National Risk Management Research Laboratory. Office of Research and Development. EPA/600/R-06/060. Cincinnati, Ohio 45268. May.
85. United Nations Industrial Development Organization (1994). Learning 5. Analytical Tools for Identifying Cleaner Production Opportunities.
86. Universidad de los Andes. Catálogo Uniandes. <http://biblioteca.uniandes.edu.co/09/02/2008>.
87. Van Hoof, Bart (1999). El análisis de ciclo de vida (ACV) como herramienta de la gestión ambiental para la industria colombiana. Universidad de los Andes. Conferencia para el Seminario de Producción más Limpia. Diciembre. Bucaramanga, Colombia.
88. Van Rossem, Chris, Tojo, Naoko & Lindhqvist, Thomas (2006). Extended Producer Responsibility-An Examination of its impact on innovation and greening products. International Institute for Industrial Environmental Economics. Report commissioned by Green Peace International, Friends of the Earth and European Environmental Bureau.
89. Vercalsteren, An (2000). Integrating the Life Cycle Concept in the Product Development of SMEs: 2 tools that support this integration. Arlington, Virginia: International Conference on Life Cycle Assessment: Tools for Sustainability. April 25-27.
90. Weidema, Bo Pedersen (1997). *Environmental Assessment of Products. A textbook on Life Cycle Assessment*. Finland: Published by The Finnish Association of Graduate Engineers TEK.
91. Werner, Frank (2005). Ambiguities in Decision-Oriented Life Cycle Inventories-The Role of Mental Models and Values. Springer.
92. Wrisberg, Noline & Udo de Haes, Helias (eds.) (2002). *Analytical tools for environmental design and management in a systems perspective*. Kluwer Academic Publishers.
93. Yano, Masataka, Aoki, Ryohsuke, Yoshihumi, Nakahara, Itsubo, Norihiro & Ohta, Toshio (2000). Current Activities of the National LCA Project in Japan. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (5), 261-264.
94. Young B., Steven (2003). Life Cycle Assessment in Canada. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (6), 321-322.
95. Zakaria, Zulina, Nasir Hassan, Mohd & Awang Muhamad (1999). Current Status and Needs for Life Cycle Assessment Development in Asian/Pacific Regions. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (4), 191-194.
96. Zuoren, Nie, Xianghua, Di, Tiejong, Guiqi & Tiejong Zuo (2001). Material Life Cycle Assessment in China. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (1), 47-48.