

**Colección
Gestión
Ambiental**

**Levantamiento de
información análisis
y diseño de un
sistema de información
para la gestión de
residuos post - consumo**

Autores
Rodrigo Jiménez Pizarro
Elizabeth León



Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

Levantamiento de información análisis y diseño de un sistema de información para la gestión de residuos postconsumo

[Recurso electrónico] / Ramiro Jiménez, Elizabeth León.
-- Bogotá : Universidad EAN, 2012. -- (Colección Gestión Ambiental)

30 p.

ISBN: 978-958-756-180-7

1. Residuos sólidos 2. Tratamiento de residuos I. León, Elizabeth

628.44 CDD 21



**Ediciones
EAN**

Edición

Dirección Gestión del Conocimiento

Revisor Estilo
Elsy Londoño

Diagramación
Monica Andrea Rincón

Publicado por Ediciones EAN 2013.
Todos los derechos reservados.
ISBN: 978-958-756-180-7

©Universidad EAN, Carrera 11 No. 78-47 Bogotá D.C., Colombia, 2013
Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN®

Producido en Colombia.



Contenido

1.

Introducción	9
--------------------	---

2.

Objetivos.....	11
----------------	----

3.

Metodología aplicada.....	15
---------------------------	----

4.

Presentación y discusión de resultados.....	17
---	----

5.

Mecanismos de difusión propuestas de resutados obtenidos.....	19
--	----

6.

Conclusiones y perspectivas.....	21
----------------------------------	----

Referencias bibliográficas.....	25
---------------------------------	----

Anexos.....	29
-------------	----





Resumen

El rápido crecimiento de la industria informática ha dado origen al problema de la gestión y disposición final de residuos electrónicos post consumo. Estos residuos son de alto impacto al medio ambiente y la salud debido a la presencia de compuestos tóxicos (i.e. plomo, mercurio, arsénico, entre otros). En Colombia, son pocos los centros de tratamiento de estos residuos y se desconoce si tienen la capacidad técnica adecuada para hacerlo. Actualmente, la producción de aparatos electrónicos constituye el sector de mayor crecimiento de la industria manufacturera en los países desarrollados. Paralelamente, la innovación tecnológica y la globalización del mercado contribuyen al proceso vertiginoso de sustitución o desecho de estos productos, lo cual genera, anualmente, toneladas de residuos electrónicos conocidos comúnmente como E-Waste (Electronic waste) en el mundo (UNEP, 2005i).

La situación de América Latina con relación a la generación de residuos es altamente preocupante. Según (Ripley, 2008): “El potencial de Latinoamérica para generar cantidades considerables de estos residuos ha crecido drásticamente en los últimos años. Las ventas de computadores personales y teléfonos celulares se han disparado. Pero el problema va más allá pues los usuarios latinoamericanos ya no se contentan con comprar los modelos de ayer, sino que quieren renovar constantemente sus equipos.” Exactamente las mismas tendencias se pueden observar en Colombia. Las ventas de equipos eléctricos y electrónicos se han disparado en los últimos años. Sólo entre 2005 y 2007, se vendieron alrededor de 2 millones de computadores, lo que corresponde al aproximadamente 60% de la base instalada actual (según estimaciones para el 2007: 3.2 millones de PCs). En



otras palabras, cada dos de tres computadores actualmente en uso se ha comprado en los últimos tres años. Y es tan sólo cuestión de tiempo hasta que estos aparatos serán descartados por sus usuarios y se convertirán en residuos (EMPA, 2008i). Según el estudio sobre el diagnóstico de residuos electrónicos en Colombia realizado en el 2007 por la EMPA, las ventas oficiales de computadores en el 2006 fueron de 10'700 toneladas y la base instalada estimada de 50'000 toneladas, sumando los equipos en hogares, e instituciones privadas y públicas. En total, para el 2006 resultaron unas 6'500 toneladas de residuos de computadores. Las estimaciones para el 2007 indican entre 6'000 y 9'000 toneladas de residuos de computadores. El problema con estos residuos en Colombia y otros países en vías de desarrollo, es que no existen sistemas de gestión, ni tecnologías para el tratamiento adecuado y disposición final. Adicionalmente, hay una tendencia de aumento de la recuperación en forma artesanal de estos residuos usando sistemas informales que están lejos de garantizar la protección de los trabajadores frente a la manipulación y exposición a materiales tóxicos.

En Colombia, como una alternativa al problema de la creciente generación de residuos postconsumo, particularmente de computadores, el gobierno de la República de Colombia inició en el año 2000 un programa de reacondicionamiento llamado "Computadores para Educar" (CPE). El objetivo del CPE es recuperar y reacondicionar computadores y donarlos a las escuelas. Al mismo tiempo que se espera reducir el impacto ambiental por la reducción de residuos postconsumo y la recuperación de ciertas partes del computador en programas de robótica para educación y de materiales para uso en otras industrias. El Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial es consciente que es necesario poder cerrar el ciclo en cuanto a la correcta disposición final de los residuos, así como mejorara la articulación entre las entidades que participan en la generación, transformación y disposición de estos residuos.

Existe un claro interés de realizar una adecuada gestión y tratamiento de los residuos postconsumo. Varios trabajos se han realizado a escala nacional e internacional acerca del tema. Sin embargo, en Colombia poco se ha hecho en cuanto a analizar la estructura del sistema, es



LEVANTAMIENTO POSTCONSUMO

decir conocer y articular todas las partes del proceso desde la compra de equipos de cómputo, generación de residuos, uso y disposición final. Es muy importante también levantar información sobre la recuperación informal de materiales y las empresas y/o personas involucradas. Igualmente es muy importante establecer las bases de un sistema de gestión que permita la información, comunicación y cooperación entre instituciones públicas, privadas, centros como el CENARE y el público en general, para asegurar que se unan los esfuerzos realizados y que el ciclo de la gestión de estos residuos postconsumo se cierre hasta llegar a un adecuado tratamiento y disposición final, disminuyendo al máximo el riesgo para el medio ambiente y la salud.

Por todo lo anterior, trabajos como el actual proyecto de investigación son relevantes. En este proyecto se obtuvo y analizaron las características de la información necesaria para diseñar un sistema software de información que facilitará la gestión de residuos provenientes de computadores y la articulación entre las diferentes entidades que participan en esta gestión.





1.

Introducción

Los residuos electrónicos (WEEE - *Waste Electrical and Electronic Equipment*) son el componente de mayor crecimiento en la corriente de residuos sólidos desde mediados de los noventas [Ogunseitan et al, 2009]. Este proceso está asociado al acelerado desarrollo tecnológico en la industria electrónica, realimentado por un agresivo proceso de comercialización (descramado rápido, crédito fácil, utilidad en la operación y no en el producto), lo que conduce a tiempos de vida de los productos electrónicos cada vez más cortos. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estima que en Colombia se generaron 45 mil toneladas de residuos de PC, monitores y periféricos (PC-WEEE) durante el período 2002-2009, y que este flujo de residuos se podría triplicar durante el período 2009-2013 [MINABIENTE, 2009].

Los PC, monitores y periféricos (computadores), productos inocuos para la salud humana y el ambiente en su estado comercial, son contenedores sellados de compuestos químicos de alta toxicidad, no biodegradables y algunos de ellos bioacumulables. Existe por tanto un riesgo ambiental serio y creciente a escalas local, regional y global asociado al manejo y disposición de PC-WEEE [Ogunseitan et al, 2009]. La reutilización, recuperación, reciclaje y disposición apropiados de PC-WEE son por tanto necesidades de la sociedad. Adicionalmente, el costo y escasez creciente de materiales no renovables presentes en PC-WEEE hace de su reciclaje un negocio económicamente viable.



En Colombia existe un claro interés de realizar una adecuada gestión y tratamiento de los residuos postconsumo. Varios trabajos se han realizado a escala nacional e internacional acerca del tema. Sin embargo, en Colombia poco se ha hecho en cuanto a analizar la estructura del sistema, es decir conocer y articular todas las partes del proceso desde la compra, generación y uso de estos residuos hasta la disposición final. Es muy importante también levantar información sobre la recuperación informal de materiales y las empresas y/o personas involucradas. Igualmente es muy importante establecer las bases de un sistema de gestión que permita la información, comunicación y cooperación entre instituciones públicas, privadas, centros como el CENARE y el público en general para asegurar que se unan los esfuerzos realizados y que el ciclo de la gestión de estos residuos postconsumo se cierre hasta llegar a un adecuado tratamiento y disposición final disminuyendo al máximo el riesgo para el medio ambiente y la salud.

En este trabajo se obtuvieron y analizaron las características de la información necesaria para diseñar un sistema software de información que facilitará la gestión de residuos provenientes de computadores y la articulación entre las diferentes entidades que participan en esta gestión. Se presentan los objetivos y alcances del proyecto, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y los mecanismos de difusión propuestos de los mismos. Finalmente, el capítulo se presentan las conclusiones del proyecto.

2.

Objetivos

2.1 General

Evaluar cualitativamente los impactos ambientales de los residuos postconsumo provenientes de computadores y definir las características de la información necesaria para diseñar un sistema de información que permita la adecuada gestión de estos residuos. El diseño del sistema no será objeto de esta investigación.

2.2 Específicos

- 🔄 Definir las características de la información requerida para diseñar un sistema de información que permita la adecuada gestión de residuos postconsumo provenientes de computadores.
- 🔄 Consolidar las características requeridas para un sistema de información que servirá para la gestión de residuos provenientes de computadores en el país. La información recolectada se tomó de la revisión bibliográfica secundaria y del trabajo de campo.
- 🔄 Caracterizar los impactos potenciales al medio ambiente de la incorrecta disposición de los residuos postconsumo provenientes de computadores.

- ♻ Realizar una caracterización de los potenciales impactos al medio ambiente ocasionados por la incorrecta disposición de los residuos postconsumo provenientes de computadores.
- ♻ Crear una base de datos en cuanto a tecnologías limpias para el tratamiento y disposición final de los residuos post consumo provenientes de computadores.

Elaborar una base datos sobre tecnologías de tratamiento y disposición final de este tipo de residuos.

2.3 Alcance del proyecto

Para el caso de este proyecto el término residuos postconsumo hace referencia únicamente a residuos de computadores portátiles y de escritorio (*laptop y desktop*).

El levantamiento y análisis de la información referente a la generación de estos residuos postconsumo se realizará para algunos sectores seleccionados como estudio de caso en la ciudad de Bogotá.

El levantamiento y análisis de la información referente al potencial para el tratamiento de dichos residuos se realizará en las ciudades de Colombia donde exista alguna información disponible como por ejemplo, el caso de Medellín donde existen algunos proyectos de producción mas limpia con la EMPA (Swiss Federal Laboratories fo Materials Testing and Research). También se hará uso de bibliografía internacional en el tema para construir una base de datos de tecnologías limpias para el tratamiento de este tipo de residuos post consumo.

2.4 Impacto de la investigación realizada

El proyecto impactará al sector académico, privado y público de la siguiente manera.

2.4.1 Sector académico

La generación de conocimiento y experiencias complementarán la formación de nuestros estudiantes en aspectos de los sistemas relacionados con los impactos ambientales y la gestión ambiental de residuos electrónicos postconsumo. Los materiales, documentación y reportes obtenidos de este proyecto servirán de insumo para la formación de estudiantes al interior de la Universidad EAN. Adicionalmente, la participación del Dr. Jiménez en este proyecto permitirá a la EAN contar con la asesoría de un experto internacional en temas como contaminación atmosférica y cambio climático en los aspectos relacionados en este proyecto pero también abrirá potencialidades de cooperación para futuros proyectos a desarrollar.

2.4.2 Sector privado

Con el análisis de la información requerida para diseñar el sistema de información así como con los resultados del análisis de los aspectos ambientales relacionados con los residuos postconsumo, las empresas y otras entidades de carácter público como escuelas, universidades, etc., dispondrán de la información de importante para empezar a realizar una gestión adecuada de los residuos post consumo que generen en sus actividades. Este proyecto igualmente abre puerta a la creación de empresas que puedan encargarse de la recolección, transporte y correcta disposición final de dichos residuos.

2.4.3 Sector público

Una preocupación actual del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial es la problemática ambiental que están generando estos residuos. Esta primera fase del proyecto proporcionará al Ministerio y corporaciones ambientales de la información para articular los diferentes entes involucrados en esta problemática. Igualmente con esta información se podrá dar continuidad a proyectos como computadores para Educar que el Ministerio había comenzado a desarrollar, y se podrá cerrar el ciclo en cuanto a la disposición final de los residuos post consumo que no puedan ser recuperados para fines educativos o sociales.



3.





Metodología aplicada

- ♻️ La definición de las características de la información requerida para el diseño del sistema, se realizó mediante el análisis del proceso de los residuos provenientes de computadores, revisión bibliográfica, reuniones con expertos, entrevistas con usuarios potenciales del sistema. El diseño del sistema no será objeto del presente proyecto.
- ♻️ La caracterización de los impactos potenciales al medio ambiente de la incorrecta disposición de los residuos postconsumo, se efectuó con matrices de evaluación de impactos ambientales, revisión de bibliografía, visitas a empresas involucradas en el proyecto.
- ♻️ La creación de una base de datos de tecnologías limpias para el tratamiento y disposición final de los residuos postconsumo se hizo mediante revisión bibliográfica y consultas con expertos internacionales.



4.

Presentación y discusión de resultados

- 
-  Se realizó una reseña sobre la caracterización de los impactos ambientales relacionados con la incorrecta disposición de los residuos postconsumo provenientes de computadores, la cual se presenta en el anexo A, del presente informe. Esta reseña servirá como insumo para futuros proyectos de investigación, así como de material de consulta para los programas de Ingeniería Ambiental y la Especialización en Gestión de Residuos Sólidos de la Universidad EAN.
 -  Se creó una base de datos sobre tecnologías limpias para el tratamiento y disposición final de residuos postconsumo provenientes de computadores. Se adquirieron (sin ningún costo para la Universidad EAN), se revisaron, se clasificaron y consolidaron más de 30 referencias bibliográficas que comprenden artículos en revistas especializadas, libros, reportes sobre el tema. Los resultados de esta búsqueda bibliográfica y la base de datos se presenta en el anexo B del presente informe. Esta información es un insumo muy importante para futuros proyectos de investigación y como material de consulta de pasantías de investigación y trabajos de grado de los estudiantes de la universidad EAN.
 -  Reseña sobre las características de la información requerida para el diseño de un sistema de información para la adecuada gestión de residuos postconsumo. Es importante resaltar como se

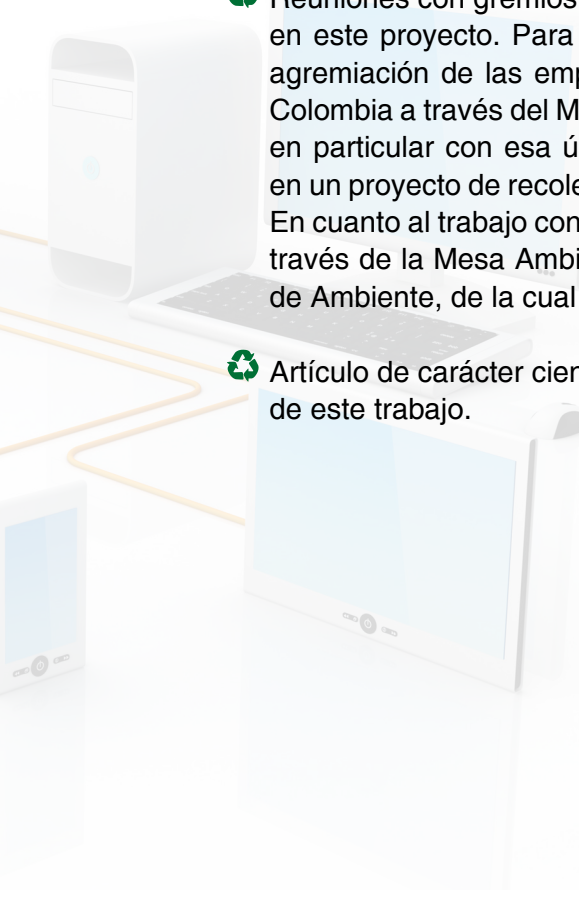


explicó anteriormente, que el diseño del sistema no está incluido en la primera fase de este proyecto. Sin embargo, la definición de las características de tal sistema sí está contemplada, para lo cual se realizó una revisión y propuesta de los principales elementos y cualidades que debería contener el sistema de información mencionado, las cuales se presentan en el anexo C. Esta información será de utilidad para los potenciales usuarios del sistema, así como para las autoridades ambientales, sin duda será una base de partida para el futuro diseño y construcción del sistema de información para la gestión de residuos postconsumo provenientes de computadores.

- ♻️ Un artículo para divulgación del trabajo realizado. El bosquejo general del artículo en redacción se presenta en el anexo D.



5.

Mecanismos de difusión propuestos de los resultados obtenidos

- 
-  Reuniones con gremios y presentación de los productos obtenidos en este proyecto. Para esto ya se tiene planeado trabajar con la agremiación de las empresas distribuidoras de computadores en Colombia a través del Ministerio del Medio Ambiente y con la ANDI, en particular con esa última agremiación, quien viene trabajando en un proyecto de recolección de residuos postconsumo en el país. En cuanto al trabajo con la ANDI, esta difusión se está realizando a través de la Mesa Ambiental Intergremial de la Secretaria Distrital de Ambiente, de la cual la Universidad EAN es miembro.
 -  Artículo de carácter científico divulgando los principales resultados de este trabajo.



6.

Conclusiones y perspectivas


Este proyecto permitió realizar contactos importantes con el gremio de computadores en Colombia – contactados a través del Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, con empresas transformadoras de residuos electrónicos, así como el Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos (CENARE) para definir las características de la información requerida de un sistema de información que permita la adecuada gestión de residuos postconsumo de los computadores. Estos contactos permitirán realizar una mejor difusión de los resultados del proyecto, así como la continuidad de una segunda fase del proyecto que comprende el diseño y puesta en marcha de mismo.


La revisión de los artículos nacionales e internacionales, permitieron identificar la brecha en el conocimiento y en tecnología que existe en el país con relación a la gestión de los residuos electrónicos provenientes de computadores. Aunque en el país existe un vacío importante en estos dos aspectos, cabe resaltar que ya existe el interés de enfrentar esta problemática por parte de algunas autoridades ambientales como el Ministerio del Medio Ambiente y algunos gremios importantes del país como la ANDI y FENALCO y el Centro Nacional de producción más limpia.

Este proyecto permitió hacer una evaluación preliminar del estado del arte, de las necesidades de información, así como la identificación de los actores que deberían integrar el sistema de gestión de residuos


postconsumo provenientes de Computadores. Como se presenta en el anexo C, existen muchos vacíos de información y es necesaria la realización de trabajos posteriores de investigación en el tema y levantar información relevante para poder a futuro construir un sistema que permita hacer la gestión adecuada de este tipo de residuos.


El tratamiento y disposición inadecuada de los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de computadores (REEC) está generando impactos negativos en el medio ambiente y en la salud humana. En Colombia aunque se han realizando campañas de recolección de REEC, infortunadamente aún muchos de estos residuos llegan a los rellenos sanitarios, con las consecuencias que esto genera por ejemplo en cuanto a la ocupación de espacio y generación de lixiviados altamente tóxicos (contenidos de plomo, mercurio, metales pesados). La problemática de la inadecuada gestión de los REEC es compleja y requiere que se consideren aspectos normativos, ambientales, económicos y sociales e incluso culturales. Un importante aporte de esta investigación es la identificación de tales aspectos, de los cuales se puede resaltar lo siguiente:


 Facilitar la Integración de los actores de la cadena de REEC. Es clave asegurar la integración de todos los actores que hacen parte del ciclo de vida de los computadores (producción, distribución, consumo, tratamiento y disposición final), así como de las autoridades ambientales competentes. Esta interacción puede facilitarse mediante mecanismos de presión como la legislación o mecanismos pro-activos como incentivos financieros. El éxito de un sistema de gestión de REEC depende en gran parte de la participación de todos los actores, la cual es muy importante para poder tener control sobre las cantidades generadas de estos residuos y las tecnologías que se están usando para su tratamiento y disposición final.

 Realizar avances en normatividad sobre REEC. Colombia debería analizar, elaborar y aplicar normas más estrictas similares a las que han funcionado en otros países como en la Unión Europea (Directiva Europea 2002/96/CE), en donde los productores e importadores deben financiar el reciclaje de productos eléctricos y electrónicos

que venden. La legislación referente a los residuos de equipos eléctricos y electrónicos en Colombia, podría seguir iniciativas como la directiva europea 2002/95/CE referente a la restricción de sustancias peligrosas en dichos equipos y a la prohibición de la comercialización de equipos que contengan compuestos como plomo, mercurio, cadmio, cromo.

 Implementar modelos financieros para la gestión de REEC. En el país se deberían adaptar modelos que faciliten la obtención de recursos para asegurar el tratamiento y disposición adecuados de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos). En algunos países funciona el modelo de responsabilidad extendida al productor ERP (Extended Producer Responsibility), en donde los productores son responsables de tratar los residuos de RAEE al final de la vida útil. O el modelo ARF (Advanced Recycling Fees), en el cual los consumidores y los contribuyentes son responsables de los RAEE debiendo pagar un impuesto para el reciclaje de los mismos. Cualquiera que sea la figura, es crucial que en el país se adopte un modelo que permita cerrar el ciclo de estos productos y asegurar su correcto tratamiento y disposición final.

 Promover políticas de consumo sostenible. El crecimiento desbordado de la industria electrónica y su impacto en el medio ambiente, debe cuestionarnos sobre nuestros hábitos de consumo e inducir a realizar y promover prácticas de consumo responsable. Estas practicas sin duda deben promoverse y facilitarse con educación y sensibilización sobre el correcto manejo y disposición de REEC; y no pueden ser solamente campañas temporales, sino ser impartidos de manera formal y responsable en los colegios, universidades, entidades publicas y privadas como parte de una política nacional de consumo e integrarse a la actual política de consumo sostenible que esta promoviendo el Ministerio de Vivienda Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.

 Diseño de equipos con criterios de sostenibilidad ambiental. La investigación y desarrollo de las firmas diseñadoras y productoras de computadores, deben incorporar materiales menos impactantes al medio ambiente y que sean fáciles de recuperar y reciclar para

facilitar su tratamiento y disposición final. De igual manera los consumidores deben volverse más exigentes y volcar su interés hacia este tipo de productos con el fin de realizar presión en los mercados y en los productores de estos equipos.



Referencias bibliográficas

Andrews C, Swain M. (2000). Institutional factors affecting life-cycle impacts of microcomputers, *Resources, Conservation and Recycling*; 31: 171-188

Barba-Gutierrez y Adenso-Díaz B, Hoppa M. (2008). An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation. *Resour Conserv Recycl*; 52:481–95.

Beukering VP. (1994). An economic analysis of different types of formal and informal entrepreneurs, recovering urban solid waste in Bangalore (India), *Resources, Conservation and Recycling*, 12: 229-252.

Castro M.B.G, et al. (2004). A thermodynamic approach to the compatibility of materials combinations for recycling, *Resources, Conservation and Recycling*, 43: 1–19.

Darby L. Obara L. (2005). Household recycling behaviour and attitudes towards the disposal of small electrical and electronic equipment, *Resources, Conservation and Recycling*, 44: 17–35.

Davis G.,Heart S. (2008). Electronic waste: The local government perspective in Queensland, Australia, *Resources, Conservation and Recycling*, 52: 1031–1039.

Dicken P. (1998). *Global Shift: Transforming the World Economy*. 3rd ed. New York: Guilford Press.

Directiva Europea 2002/96/CE. Relativa a los Residuos de aparatos electricos y electronicos.

Gutiérrez-B Y., Díaz-A B., Hopp M.(2008). An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation, *Resources, Conservation and Recycling*, 52: 481–495.

Hester R.E., R.M. (2008). Harrison (editors). Electronic waste management. RSC Publishing, Cambridge.

Lakovou E, et al. (2009). A methodological framework for end-of-life management of electronic products, *Resources, Conservation and Recycling*; 53: 329-339.

Kahhat R, et al. (2008). Exploring e-waste management systems in the United States, *Resources, Conservation and Recycling*, 52: 955–964.

Kang H-Y, Schoenung JM. (2005). Electronic waste recycling: a review of U.S. infrastructure and technology options, *Resources, Conservation and Recycling*; 45: 368-400.

Kim J, Hwang y, Matthews HS, Kwangho P. (2004). Methodology for recycling potential evaluation criterion of waste home appliances considering environmental and economic factor. In: Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) international symposium on electronics and the environment in 2004; p. 68–73.

Lee C-J, Song TH, Yoo M-J. (2007). Present status of the recycling of waste electrical and electronic equipment in Korea, *Resources, Conservation and Recycling*, 50: 380–397.

Leigh N, et al. (2007). Modeling obsolete computer stock under regional data constraints: An Atlanta case study, *Resources, Conservation and Recycling*, 51:847–869.

Linton JD, Bhattacharya S. (2003). Technology and Reuse. CMU Press; 2003.

Linton JD, Yeomans S J., Yoogalingam R. (2005). Recovery and reclamation of durable goods: a study of television CRTs, *Resources, Conservation and Recycling*; 43: 337–352.

Linton JD. (1999). Electronic products at their end-of-life: options and obstacles. *J Electron Manufac*; 9(1):29–40.

Lonn SA, Stuart JA. (2002). How collection method and e-commerce impact product arrival rate to electronic return, reuse, and recycling center. In: *Proceedings of IEEE international symposium on electronics and the environment*; p. 228–33.

Lu LT, et al. (2006). Balancing the life cycle impacts of notebook computers: Taiwan's experience, *Resources, Conservation and Recycling*; 48: 13-25.

Macauley M, et al (2001).. Modeling the costs and environmental benefits of disposal options for end-of-life electronic equipment: the case of used computer monitors. Washington, DC: Resources for the Future.

Manomaivibool P. (2009) Extended producer responsibility in a non-OECD context: The management of waste electrical and electronic equipment in India, *Resources, Conservation and Recycling*, 53: 136–144.

Maxwell D. (2001). Products and the environment – extended producer responsibility for manufacturers. *Environ Energy Manag* September/October: 11–5.

MINAMBIENTE. Proyecto de Resolución “Recolección y gestión ambiental de residuos de computadores y periféricos”. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, 2009.

Nnorom IC, Osibanjo O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries, *Resources, Conservation and Recycling*; 52: 843-858.

Nnorom IC, Osibanjo O. (2008). Sound management of brominated flame retarded (BFR) plastics from electronic wastes: State of the art and options in Nigeria, *Resources, Conservation and Recycling*, 52: 1362–1372.

Ogustein, O.A. et al (2009).. The electronics revolution: From e-wonderland to e-wasteland. *Science* 326: 670-671.

Ott, D. (2008) Gestión de residuos electrónicos en Colombia – Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares. EMPA – Centro Nacional de Producción más Limpia, Medellín.

Saar S, Stutz M , Thomas V. (2004).Towards intelligent recycling: a proposal to link bar codes to recycling information, *Resources, Conservation and Recycling*; 41: 15-22.

Thomas VM. (2009). A universal code for environmental management of products, *Resources, Conservation and Recycling*, 53: 400–408.

Thomas VM. (2003). Demand and dematerialization impacts of second-hand markets: reuse or more use? *J Ind Ecol*, 7 (2):65–78.

Vexler D. et al. (2004) The contemporary Latin American and Caribbean copper cycle: 1 year stocks and flows, *Resources, Conservation and Recycling*, 41: 23–46

Williams J.A.S. (2006) A review of electronics demanufacturing processes, *Resources, Conservation and Recycling*; 47: 195–208

Fuentes internet consultadas

http://www.envict.org.au/file/Ewaste_report_card.pdf (junio 2005);
<http://soporte-curico.utalca.cl/~farias/cs/InformeBasuraElectronica.pdf> (septiembre 15, 2009); http://www.salutia.com.ar/Sitio_Pac/Toxicologia/Toxicologia_es_phs92.htm (septiembre 15, 2009); http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.html (septiembre 2009);
http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts24.html (septiembre 2009)

Anexos

Anexo A. Reseña sobre la caracterización de los impactos ambientales relacionados con la incorrecta disposición de los residuos postconsumo provenientes de computadores.

Anexo B. Elaboración de una base de datos sobre tecnologías limpias para el tratamiento y disposición final de residuos post consumo provenientes de computadores.

Anexo C. Reseña sobre las características de la información requerida para el diseño de un sistema de información para la adecuada gestión de residuos post consumo provenientes de computadores.

Anexo D. Artículo: “Forecasting obsolete personal computer generation in Colombia using a residence time distribution model constrained by econometric data”. Autores: Rodrigo Jiménez and Elizabeth León; Enviado a: Journal of Solid Waste Technology and Management.



Misión

"Contribuir a la formación integral de la persona y estimular su aptitud emprendedora, de tal forma que su acción coadyuve al desarrollo económico y social de los pueblos".

Visión

"Ser líder en la formación de profesionales, reconocidos por su espíritu empresarial".

Carrera 11 No. 78-47 Bogota D.C.
Telefono: 5936464 Ext. 1469 - 1455
Bogotá D.C. - Colombia - Sur América