

II CONFERENCIA INTERNACIONAL

'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DEL FLUJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN MÉXICO.

Samantha Cruz Sotelo¹; Sara Ojeda Benítez²;

¹Estudiante del Programa Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería y Profesora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Benito Juárez s/n 21280 Col. Insurgentes.

samantha.cruz@edu.uabc.mx

²Investigadora del Instituto de Ingeniería-UABC. Mexicali Baja California México. sara.ojeda.benitez@edu.uabc.mx

RESUMEN

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE's) actualmente son motivo de interés a nivel mundial en algunos países debido al acelerado desarrollo tecnológico y en otros debido a la dependencia tecnológica a través de la adquisición de equipos de segunda mano. Por lo que es necesario implementar estrategias para el manejo sostenible de los aparatos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación que se realizó en una ciudad en frontera con los Estados Unidos de Norteamérica, en el cual se busca conocer las prácticas de manejo de los generadores domésticos de RAEE's. Se aplicó una encuesta a una muestra representativa de la población con un nivel de confiabilidad 95%. De seis aparatos cuantificados en los hogares se encontró que aproximadamente el 21% se disponen directamente en la basura doméstica como parte del flujo de los RSU's (Residuos Sólidos Urbanos), mientras que el 79% son destinados a la venta, reparación o reuso.

Palabras clave: Consumo, Prácticas de manejo, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

INTRODUCCIÓN

Los RAEE's son cualquier aparato eléctrico o electrónico que ha dejado de cumplir con el propósito para el cual fue fabricado. Comprende tanto los productos de línea blanca (refrigerador, lavadora, hornos microondas), línea gris (equipos informáticos y teléfonos móviles) y línea marrón (televisión, radio, computadoras), según clasificación de la WEEE (Waste Electric and Electronic Equipment) en la Unión Europea (UE) (Sinha et al., 2005).

En la actualidad la generación de RAEE's crece de forma alarmante principalmente en los países integrantes de la organización para el desarrollo y cooperación económica –OECD- en los cuales los mercados de electrónicos se encuentran saturados de nuevas tecnologías (Widmer et al., 2005). A nivel mundial se estima que entre 20-50 millones de toneladas de RAEE's se desechan cada año, aumentando a una tasa de 3.5% anual (Schwarzer et al., 2005). Los RAEE's, poseen un alto potencial contaminación y daño a la salud humana. El problema es aun mayor debido a la falta de control en su manejo y disposición ya que una gran cantidad de AEE's al finalizar su vida útil llegan a sitios de disposición mezclados con los RSU's.



II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

La generación de RAEE's dispuestos en los RSU's forman una compleja mezcla que contiene una gran variedad de sustancias peligrosas, provocando un problema social importante y amenaza para el ambiente. Esto aunado a las prácticas actuales como la incineración, abandono o disposición en sitios no preparados y la falta de tratamiento.

Los RAEE's son de tipo muy diferente en comparación con los RSU's. Por lo que las políticas de gestión de residuos convencionales no son las más adecuadas para implementar en el caso de los RAEE's debido a las características específicas de ambos. Aunque, ambos flujos contienen elementos que pueden ser recuperados como materia prima también cuentan con sustancias altamente tóxicas. (Sinha, 2007; Widmer, 2005). Los RAEE's son objeto de valor en mas del 60%, mientras que los contaminantes constituyen un 2.70% (Bandyopadhyay, 2008). Sin embargo; es debido al potencial de toxicidad de sus componentes, que requiere se implementen acciones para la revalorización, el reciclaje, tratamiento y en su caso disposición final adecuada.

Slack (2004), en la búsqueda de caracterizar los Residuos Domésticos peligrosos (RDP's) propone una clasificación de productos domésticos o grupos de componentes peligrosos dentro del cual contempla a los RAEE's debido a que contienen sustancias peligrosas.

Es necesario considerar que, aunque los RAEE's representen una pequeña fracción de los residuos totales de los hogares, y una cantidad aún menor del total de RSU's, la gama y tipos de sustancias peligrosas que contienen poseen gran potencial de daño al ambiente y la salud. (Slack et al., 2004)

En este trabajo se aborda la problemática de los RAEE's del flujo doméstico para lo cual se ha incluido un caso de estudio de una ciudad de México. La ciudad de Mexicali se encuentra ubicada en el Estado de Baja California al Norte del país en la frontera con Estados Unidos de Norteamérica.

En Mexicali no existen mecanismos o controles para el manejo y/o disposición de los RAEE's que se desechan en las viviendas. La forma común de manejo en conjunto con los RSU's los cuales son dispuestos en tiraderos a cielo abierto. Sin embargo cierta cantidad de RAEE's es desviada de este flujo a través del sector informal, quienes en un intento por recuperar componentes valiosos de los aparatos, ponen en riesgo su salud y dañan el ambiente debido a las prácticas de incineración.

En la búsqueda de alternativas viables para el manejo de estos residuos es necesario realizar un diagnóstico previo considerando las prácticas de consumo y disposición de los RAEE's. Por lo anterior, se realiza un análisis en la ciudad de Mexicali con el propósito de conocer la perspectiva del generador.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

MÉTODOS

Para la determinación y establecimiento de un sistema de gestión de residuos es necesario conocer actitudes y disposición, además de concientizar a todos los involucrados a lo largo del ciclo de vida del producto electrónico. En este estudio se analizaron las prácticas de consumo y disposición del generador doméstico de RAEE's. Para obtener información de los generadores se diseñó una encuesta con la cual se busca identificar las prácticas de consumo y disposición de los generadores domésticos de RAEE's y conocer por vivienda cuáles y cuántos AEE's tienen, así como el tratamiento y/o forma de disposición en caso de falla o descompostura. La encuesta fue aplicada en colonias de la ciudad de Mexicali, Baja California, considerando diversas características de sus habitantes. Se seleccionaron colonias representativas de tres estratos socioeconómicos (Alto, Medio y Bajo). Para ello, se determinó la muestra representativa considerando un 90% de confiabilidad. Este trabajo se realizó en tres etapas:

Determinación de la muestra representativa de población: Fue necesario calcular el número de encuestas a aplicar de acuerdo a la cantidad de viviendas por estrato socioeconómico. Para esto se aplicó la Ecuación 1, ajustando al grado de confiabilidad ya mencionado. La muestra obtenida por estrato se presenta en la tabla 1.

$$n = \frac{NK^2}{N\beta^2 + K^2} \quad \text{Ec.1}$$

Tabla 1. Tamaño de muestra Representativa

Estrato	No. viviendas	n
Alto	N=1262	222
Medio	N=1520	230
Bajo	N=1468	229

Selección de viviendas: Se determinaron las posibles viviendas participantes para la aplicación del instrumento, considerando el número de encuestas requeridas por estrato. Una vez localizados los sitios en donde se aplicaría el instrumento, se dio inicio con un reconocimiento de campo. Durante la aplicación, en el caso de las viviendas que no había un adulto para dar respuesta, simplemente, se pasaba a la vivienda siguiente.

Finalmente, la variable Consumo y Disposición fue evaluada a través de tres indicadores:

Impacto (CDI). Se refiere a la cantidad de RAEE's en las categorías de telecomunicaciones, informáticos, entretenimiento y electrodomésticos presentes en la vivienda. Para la determinación del rango y ponderación de esta variable se analizó

II CONFERENCIA INTERNACIONAL

'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

por estrato socioeconómico el máximo y mínimo de AEE's con que cuentan las viviendas.

Consumo (CDC). Identificar prácticas del consumidor al momento de la adquisición, si adquiere AEE's nuevos o de segunda mano y si considera la búsqueda de AEE's de alta eficiencia, es decir, equipos con características que evitan daños al ambiente.

Disposición (CDD). Identificar las prácticas de disposición de un AEE, ya sea porque no lo utiliza o no funciona.

En el instrumento se aplicaron siete reactivos para evaluar el consumo y disposición de los RAEE's. La tabla 2, muestra la ponderación de la variable CDI, calculada a partir del conteo de AEE's en viviendas de cada uno de los estratos. En la tabla 3 se presenta el rango ponderado para la variable Consumo y Disposición. Posteriormente, los datos ponderados fueron exportados al software MatLab para su tratamiento exploratorio y análisis estadístico.

Tabla 2. Impacto sobre el consumo de EEE. (CDI)

Categoría	Estrato		
	Alto	Medio	Bajo
Telecomunicaciones	0-21	0-22	0-20
Informáticos	0-25	0-25	0-6
Entretenimiento	0-34	0-30	0-23
Electrodomésticos	0-38	0-10	0-24

Tabla 3. Ponderación de las variables Consumo (CDC) y Disposición (CDD)

Rango valores ponderados en la encuesta	
Disposición	0-23
Consumo	0-8

Los ponderados de cada concepto incluido n, se normalizaron dividiendo el dato entre el valor mayor registrado, con el fin de homogenizar escalas y facilitar el análisis. Estableciendo de esta manera valores en el rango de cero a uno para cada variable. NCDD= Variable Disposición Normalizada; NCDC=Variable Consumo Normalizada

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aplicaron 903 instrumentos en los tres estratos socioeconómicos (232 al estrato alto, 301 al medio y 370 al bajo).

Referente al impacto ocasionado debido al consumo de AEE's se encontró un total de 6,779 AEE's para el estrato alto, 7,543 para el medio y 5,072 en el estrato bajo.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

Además se observa que una vivienda del estrato alto tiene en promedio 29 AEE's mientras que una del estrato medio 25 y 13 una vivienda del estrato bajo. La categoría de AEE's con mayor porcentaje presente en los hogares son los electrodomésticos y los Informáticos en menor proporción. La tabla 4 muestra porcentajes de cada categoría de AEE's contabilizados por vivienda y el número máximo de AEE's (M) que se registró en una vivienda (CDI).

Tabla 4. Nivel de Impacto por consumo de AEE's.

Categoría	Estrato					
	Alto (%)	M	Medio (%)	M	Bajo (%)	M
Electrodomésticos	39.7	38	42.0	10	52.8	24
Entretenimiento	25.6	34	26.0	30	26.0	23
Telecomunicaciones	23.4	21	20.1	22	16.2	20
Informáticos	11.3	25	11.9	25	5.0	6
TOTAL	6779	103	7543	86	5072	58

En la Figura 1 (A-F) podemos observar por estrato socioeconómico, las principales prácticas de manejo para seis de los AEE's representativos en las viviendas.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

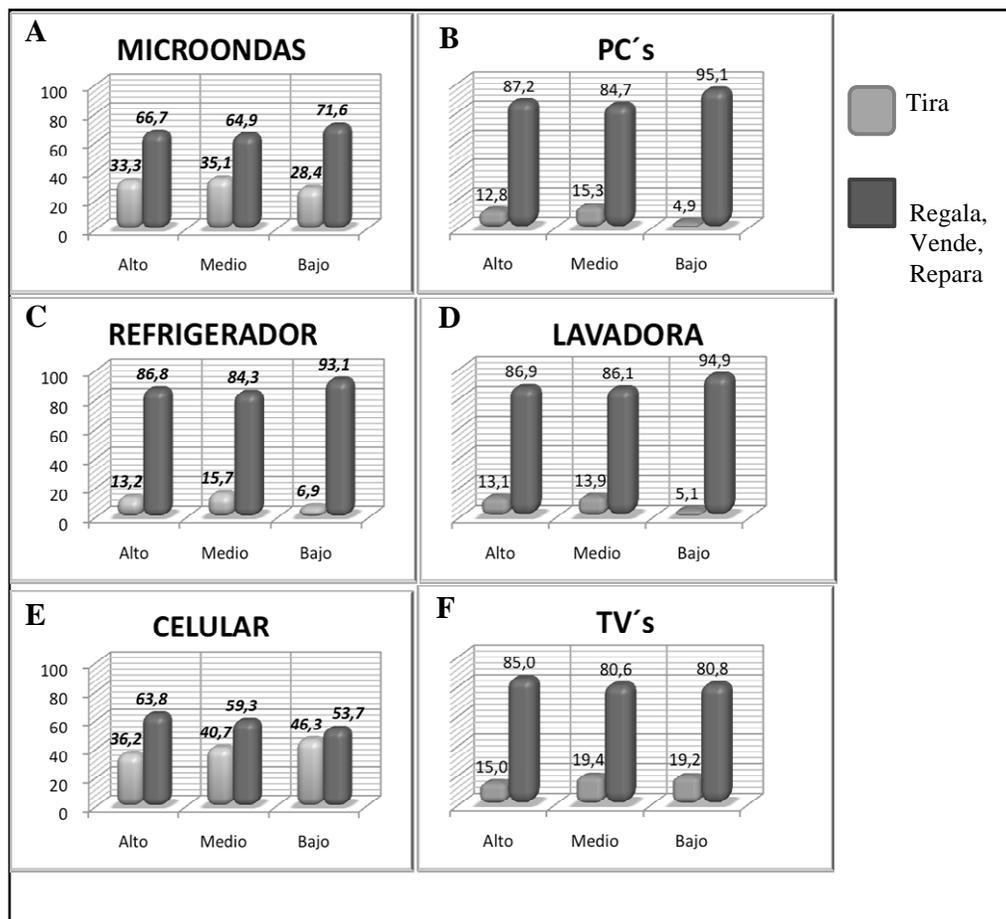


Figura 1. Prácticas de manejo de seis electrodomésticos.

En la tabla 5 se muestran los porcentajes de viviendas en cada nivel de Consumo (CDC) establecido. Se observa que para el estrato bajo la tendencia (85.7%) es de un nivel de Consumo Medio-Bajo. Para el estrato medio (85.2%) el nivel es Medio-Alto y para el estrato Alto el nivel de consumo en un 86% es Alto. Por lo que el estrato su nivel de consumo es ambientalmente mas positivo.

Tabla 5. Nivel de CONSUMO

Nivel de CONSUMO	Valor en encuesta (Escala)	Estrato		
		ALTO (%)	MEDIO (%)	BAJO (%)
Bajo	0-2	3.5	14.8	46.2
Medio	3-5	10.4	33	39.5
Alto	6-8	86.1	52.2	14.3

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

En la tabla 6 se muestran los porcentajes para la variable Disposición (CDD) establecida en tres niveles. Resaltando que el nivel mayor (Alto) describe las viviendas que toman medidas que provocan la menor afección ambiental al momento de la disposición de los RAEE's.

Tabla 6. Nivel de DISPOSICIÓN.

Nivel de DISPOSICIÓN	Valor en encuesta (Escala)	Estrato		
		ALTO (%)	MEDIO (%)	BAJO (%)
Bajo	0-7	27.6	20	25.7
Medio	8-15	42.6	47.4	44.4
Alto	16-23	29.7	32.6	30

CONCLUSIONES

A través de esta investigación observamos que a pesar de que el estrato alto es quien presenta un mayor nivel de consumo no es posible concluir que esto se debe a que realicen un consumo conciente o respetuoso del ambiente, esto sólo indica que existe una posible relación entre el Consumo y el poder adquisitivo de la población. Por lo que en futuras investigaciones se sugiere agregar reactivos y variables referentes al conocimiento ambiental del generador doméstico, hábitos y prácticas en el consumo y manejo de los AEE's que aporten mayor información y ayuden a determinar patrones de comportamiento de las variables analizadas.

Se observa que la electrónica de consumo o pequeños AEE's como el celular y el microondas son los RAEE's que mas se desechan dentro del flujo de los RSU's. Los grandes electrodomésticos como refrigeradores, lavadoras, televisores e incluso laptops son los equipos que mas se destinan al almacenaje, venta o reparación.

En la búsqueda de alternativas para el manejo de estos residuos, es necesaria la intervención de todos los sectores y actores involucrados en el ciclo de vida de los RAEE's desde su generación, por lo que con este estudio se buscó analizar el panorama de las prácticas de generación, consumo y disposición RAEE's en la búsqueda de establecer antecedentes y posibles estrategias que sustenten la necesidad de implementar medidas de aprovechamiento y recuperación de estos residuos.

Referente a la disposición y fácil acceso en nuestra ciudad a la adquisición de AEE's de segunda mano, es necesario que se garantice un sistema eficaz de control e impongan restricciones a la importación de AEE's, tal como: la certificación de funcionalidad y tiempo de vida útil.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

REFERENCIAS

- Bandyopadhyay Amitava (2008), Indian Initiatives on E-waste Management- A Critical Review, Environmental Engineering Science Vol. 25, Number 10.
- Sinha Khetriwal Deepali, Kraeuchi Philipp, Widmer R. (2007), Producer responsibility for e-waste management: Key issues for consideration -- Learning from the Swiss experience, Journal of Environment Management 1-13.
- Sinha Khetriwal Deepali, Kraeuchi Philipp, Schwaninger Markus (2005). A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India, Environmental Impact Assessment Review 25, 492-504.
- Slack, R. J., Gronow, J. R. and Voulvoulis, N. (2004), Hazardous Components of Household Waste, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 34:5, 419-445.
- Schwarzer S., De Ono A., Peduzzi P., Giuliani G., Kluser, S., (2005). E-waste, the Hidden Side of IT Equipment's Manufacturing and Use. E-waste. Disponible en: http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf
- Widmer R., Oswald-Krapf H., Sinha-Khetriwal D., Schnellmann M., Böni H., (2005) Global Perspectives on e-waste. Environmental Impact Assessment Review 25 436-458.