



ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS DE LA REGIÓN ENFOQUE SISTÉMICO

Oswaldo Pacheco, Ricardo Jakúllica, Iván Rodríguez

Facultad de Ingeniería – CIUNSa
Buenos Aires 177 – (4400) Salta – Argentina
Tel: 54 – 387 – 4255384 Fax: 54 – 387 – 4255351
e-mail: pacheco@unsa.edu.ar , jakulica@unsa.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se generan propuestas de solución para el impacto ambiental de las actividades productivas y de consumo de la región. Se utiliza el enfoque sistémico para poder arribar a conclusiones que contemplen la interdependencia de todos los factores. Según la Teoría General de Sistemas, esto se encuadra dentro de los sistemas de Caja Negra. Se busca determinar el comportamiento del mismo a partir de la observación de la actividad de sus cantidades externas.

Se estudia el ciclo de vida de los productos generados o consumidos en la región, así como el impacto de cada etapa de dicho ciclo, analizando sólo los principales desde el punto de vista de los problemas ambientales que provocan en cada fase. Se ha estudiado la generación de residuos domiciliarios que se producen a partir de las compras en Supermercados, detectándose que los plásticos provenientes de los envases son los más problemáticos.

PALABRAS CLAVES

Sistema, enfoque sistémico, caja negra, residuos, ciclo de vida.

INTRODUCCIÓN

Un sistema es la parte de la realidad que es objeto de nuestro interés. Es un conjunto de elementos interrelacionados. En la mayoría de los sistemas esta interacción es dinámica, los elementos además de estar interrelacionados entre sí se vinculan con el medio que los contiene. Asimismo, los sistemas creados por el hombre están organizados en función de un objetivo (Klir G. J., 1978).

Se utiliza el enfoque sistémico por ser integrador, macroscópico, estudia relaciones entre partes, estudia la complejidad y busca la percepción global del problema (Gay – Ferraras, 1997).

El impacto ambiental de cada fase en la actividad industrial, desde la adquisición de materias primas, la investigación y el desarrollo, hasta la disposición final del producto y su embalaje, conlleva efectos a largo plazo sobre la calidad ambiental y la salud pública. Como resultado, la industria, los grupos ambientales y los gobiernos están buscando una forma sistemática de calcular y minimizar el impacto de los productos y de los procesos relacionados con los mismos. Uno de los métodos sistemáticos más viables para identificar y evaluar las posibles mejoras en la gestión ambiental de la actividad industrial es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (figura 1). El ACV facilita un marco analítico para la investigación de la gama completa de impactos potenciales en el medio ambiente (emisiones atmosféricas, aguas residuales, residuos sólidos y tóxicos, recursos renovables y consumo energético).

Gracias a los métodos facilitados por el ACV, las empresas pueden llegar a analizar las posibilidades de reducir el impacto medioambiental, manteniendo o aumentando a la vez, su capacidad competitiva. Es de vital importancia el empleo de métodos de ciclo de vida en la fase de preparación de un producto o de un proceso, tanto en lo relacionado con las operaciones de manufacturación como en la utilización de un producto o su eliminación final (Boustead – Hancock, 1979). Desde este punto de vista, se desconocen antecedentes de empleo de este método para determinar el impacto ambiental en la región.

El objetivo final del trabajo es realizar propuestas para mitigar el impacto ambiental de las actividades que involucran a los distintos productos que ingresan o se producen en la región NOA. Dichas propuestas deberán contemplar a las actividades de mayor impacto.

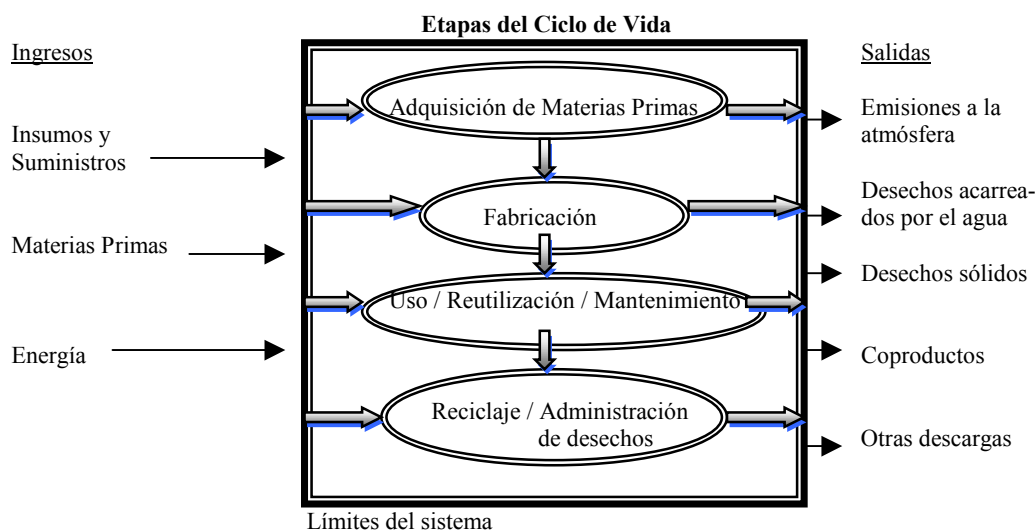


Figura 1: Alcances de la Evaluación del Ciclo de Vida de un producto (EPA, 1993)

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el presente trabajo se trata determinar el impacto ambiental de las actividades productivas y de consumo de la región para generar propuestas de solución a esta problemática. A tal fin se adopta el enfoque sistémico para poder arribar a conclusiones que contemplen la interdependencia de todos los factores, ya que el problema posee numerosas variables, donde la interacción entre ellas es compleja, así como los datos de entrada y de salida. Además permite relacionar y se concentra en las interacciones de los elementos que lo componen, considera los efectos de las interacciones, se basa en la percepción global y modifica simultáneamente grupos de variables. Por otra parte, con este enfoque la validación de los hechos se realiza por comparación del funcionamiento del modelo con la realidad, además de conducir a una acción por objetivos. La otra metodología de planteo de sistemas es bajo el Enfoque Analítico, que aísla, analizando elemento por elemento, modificando las variables de a una por vez, validando los hechos por la prueba experimental en el marco de la teoría, además de necesitar un conocimiento de los detalles muy avanzado (Gay – Ferreras, 1997).

El ACV es utilizado para identificar las consecuencias de haber elegido materiales, procesos de producción y usos del producto. Es tanto un concepto como una metodología para realizar auditorías y evaluar el desempeño ambiental de un producto, proceso o actividad, a través de toda su existencia, desde la adquisición de materias primas hasta la disposición final, ya sea por reciclaje, incineración, disposición en rellenos sanitarios, o como compostaje. El ACV consta de tres componentes: el análisis del inventario, la evaluación del impacto y la evaluación de las mejoras que se proponen. El análisis del inventario se basa en los principios del análisis de sistemas (Fava, 1990).

Desde el punto de vista de la Teoría General de Sistemas, el problema se encuadra dentro de los sistemas o problemas de Caja Negra, en los que se busca determinar el comportamiento del sistema a partir de la observación de la actividad de sus cantidades externas. No se trata de un problema de caja negra pura dado que es posible obtener información de la estructura del sistema. Tal información de estructura, al momento de inicio, fue proporcionada por el Proyecto del CIUNSA N° 601 que aportó información sobre el comportamiento de los elementos encargados de definir los efectos de los residuos en el lugar de disposición final. (O.Pacheco, G.Plaza, 2000).

Otra línea de búsqueda de información sobre la estructura interna del sistema es aportada por el estudio del ciclo de vida de los productos consumidos o producidos, así como el impacto de cada etapa de dicho ciclo. Dado que sería imposible estudiar el ciclo de vida de todos y cada uno de los productos consumidos o utilizados como también los producidos en la región (se consuman o no dentro de ella), se analizan sólo los principales desde el punto de vista de los problemas ambientales que provocan en cada fase, especialmente en la etapa de disposición final como residuos, especialmente si consideramos que Salta es fundamentalmente comercial con poca actividad productiva. Además la solución de un problema de Caja Negra debe definir el sistema por sus cantidades externas y el nivel de resolución. Esto en sistemas tan amplios como el seleccionado requiere un trabajo previo adicional de identificación y selección de esas cantidades.

A efectos de arribar a conclusiones útiles con mayor celeridad, se trató simultáneamente definir el sistema (es decir la selección de las cantidades a observar), observar la actividad de algunas cantidades ya identificadas (a riesgo de tener que desecharlas en el futuro por resultar poco relevantes) y estudiar el comportamiento de algunos componentes (identificados en el proyecto 601), iniciando paralelamente el estudio del ciclo de vida de algunos productos.

Bajo estas premisas se propusieron algunas cantidades externas del sistema limitándonos en esta primera fase a las relacionadas con la etapa del consumo de los productos, (figura 2). Las cantidades seleccionadas son:

- a) Composición de los Residuos Urbanos (limitada inicialmente a la ciudad de Salta).

- b) Toneladas de Residuos Generados (se define una cantidad por cada elemento desechado). Inicialmente nos concentramos en los elementos que representan los mayores volúmenes, es decir a los generados a partir del consumo por las compras en supermercados.
- c) Hábitos de consumo de la población observada..

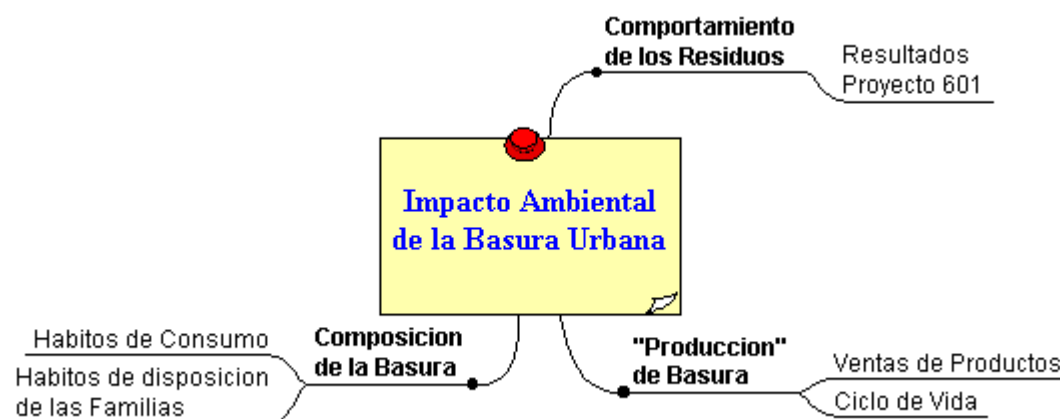


Figura 2: Diagrama del Sistema diseñado para el Análisis del Ciclo de Vida de los productos de la región

La observación de estas cantidades es difícil si se intenta hacerlo en el momento de generación del residuo. Por ello se decidió medirlas en forma indirecta extrapolar observaciones que se realizaron en los puntos de mayor concentración de ventas y realizando algunas correlaciones.

Dichos puntos de concentración de ventas son los grandes supermercados de la ciudad de Salta existentes al momento de realizado el relevamiento de datos (Setiembre del 2000). A su vez, para que las muestras fueran representativas y las extrapolaciones correctas, debimos estratificar la población de acuerdo a su nivel de ingresos ya que estimamos que esta característica afectaría a los hábitos de consumo (Plaza, 1994). Así identificamos tres estratos sociales - económicos en función de los locales de venta que frecuentaban, que se muestran en la tabla 1.

Niveles Económicos	Alto	Medio	Bajo
Supermercados	Disco Centro	Hiper Lozano	Lozano Maxi
	Disco 3 Cerritos	Disco Esteco	Lozano Oeste
	Lozano Shopping	Lozano Parque	Almacenes Zabala

Tabla 1: Clasificación de los Centros de compra más importantes de la ciudad de Salta según los estratos económicos del público concurrente

A los efectos de avanzar en la determinación de la composición de los residuos y los hábitos de consumo realizamos un relevamiento de los distintos productos que se ofrecen en los supermercados y los clasificamos por rubros como sigue:

- Alimentos y bebidas
- Vestimenta
- Otros: vasos plásticos / servilletas de papel / papel higiénico / prod. descartables / etc.
- Limpieza
- Librería
- Ferretería y bazar
- Farmacia y perfumería

A su vez, cada producto dentro de un rubro presenta un desperdicio determinado considerando su envoltorio o envase. Por ello, se realizó una clasificación e identificación de los envases en que se presenta cada grupo de productos. Esta clasificación dio origen al diseño de una encuesta para el relevamiento estadístico que se realizó en las bocas de venta, con el fin de determinar la composición de las compras. El mismo requirió de una capacitación previa de los encuestadores en la identificación de envases para clasificarlos basándose en el material. Ello se dificulta en el caso de los plásticos.

Los resultados obtenidos permitirán proponer medidas para mitigar el impacto ambiental que se genera a partir de la disposición final de los residuos de los productos, principalmente de sus envases.

RESULTADOS

En una primera etapa se analizaron los residuos que genera el mismo supermercado ya que éstos eliminan principalmente envases mayoristas (como cajas de cartón y otros que sirven para estimar la generación de los envases que contienen) y otros desperdicios que no llegan a la población y que también deben ser evaluados. Se pudo comprobar una directa relación entre el nivel de facturación mensual con la generación de residuos en cada Supermercado. De esta primera actividad surgen los datos que se muestran en tabla 3.

Posteriormente se desarrolló el relevamiento en bocas de venta de supermercados (tabla 2). El tamaño de la muestra fue de 600 observaciones. El procedimiento consistió en colocar dos encuestadores cerca de las cajas de los supermercados con una planilla diseñada para volcar los datos. Al momento del empaque de la compra de una persona elegida al azar se registraban

FRECUENCIA MEDIA CON QUE REALIZAN LAS COMPRAS:		23,5
CANTIDADES MEDIAS POR RUBRO EN N MERO DE ENVASES		
	Tipo de Envase	Media [Un]
ALIMENTOS Y BEBIDAS		
ACEITES Y ADEREZOS		
1	PVC	1,6236
2	HOJALATA	0,2829
ALMACEN		
3	PE	2,7675
4	PAPEL	3,7023
5	CARTON	2,4846
BEBIDAS		
ENVASE PLASTICO		
7	PET (TRANSPARENTE)	2,7675
8	PVC (CORRUGADO Y/O CELESTE)	3,5301
ENVASE DE VIDRIO		
9	NO RETORNABLE	0,4305
ENVASES DE CARTON		
10	TETRABR K (VNOS, JUGOS, JUGOS DE SOJA)	1,7589
LATAS		
11	BEBIDAS EN LATAS (TODAS)	2,4231
CAFÉ, TÉ, CHOCOLATE		
12	FIM ALUM INO	2,6568
13	VDRD	0,8733
14	LATAS	0,6273
15	CARTON	2,4723
CARNES, VERDURAS, PESCADOS		
16	PE	2,6076
17	POLESTRENO	4,8093
FIAMBRES, CONSERVAS, EMBUTIDOS		
ENVASE PLASTICO		
19	PE (SALCHICHAS, PANCETA, ETC)	2,3124
20	PVC	2,4108
21	TERGOPOL	2,4969
OTROS		
22	VDRDS	1,0701
23	HOJALATA	1,2423
24	CARTON PLASTIFICADO (SALSAS)	2,4477
HUEVOS		
25	CARTON	0,9348
LACTEOS		
ENVASE PLASTICO		
26	PE (SACHETS, BOTELLAS, QUESOS)	5,0307
27	PVC (VASOS YOGURT, MARGARINA, QUESOS UNTABLES, DULCES DE	2,5461
ENVASE DE VIDRIO		
28	TODOS	0,3321
ENVASES DE CARTON		
29	ENVASE LARGA VIDA	1,2669
30	ENVASE CARTON FRESCO (LECHE FRESCA, YOGURT)	3,7146
OTROS		
31	FIM DE ACETATO	1,6359
32	FIM ALUM INIZADO	1,8081
PASTAS		
33	PE (ACETATO, BOLSAS)	3,8253
34	CARTON	3,3333
35	TERGOPOL	2,2017
OTROS PRODUCTOS		
LIMPIEZA		
ENVASE PLASTICO		
36	PE (NO TRANSPARENTE)	1,1931
37	PVC (CORRUGADO Y/O CELESTE)	1,5006
OTROS		
38	VDRDS	2,0787
39	LATAS YAEROSOLES	1,2423
40	CAJAS DE CARTON	2,2509
FERRETERIA Y BAZAR		
41	PE (NO TRANSPARENTE)	0,1353
42	CARTON	0,2952
VESTIMENTA		
43	PE (NO TRANSPARENTE)	0,1353
44	CARTON	0,1107
LIBRERIA		
ENVASE PLASTICO		
45	PE	0,7503
46	CARTON Y PAPEL	0,8856
FARMACIA Y PERFUMERIA		
47	PE (NO TRANSPARENTE)	0,6273
48	VDRDS	0,4797
49	CARTON	1,0824
51	AEROSOLES	2,1894
EMPAQUE		
55	PE	19,8914

Tabla 2: Resultados del relevamiento estadístico en bocas de venta de supermercados.

los productos por ésta adquiridos. Al dejar la caja se le consultaba por la frecuencia de sus compras y se completaba la planilla precisando algunos datos.

Supermercado		Facturación mensual * (en millones de \$)				Residuos			
						Contenedores de Cartón	Verduras	Pan	Bolsas de Latas
1	Lozano	Mín.	Máx.	Media	% s/Media	(4Tn/día)	(Kg/día)	(Kg/día)	(12 kg/día)
	a Hiper	3,50	4,00	3,75	25,00	1,36	82	68	1,36
	b Shopping	2,50	3,00	2,75	18,33	1,00	60	50	1,00
	c Estrella	0,70	0,70	0,70	4,67	0,25	15	13	0,25
	d Otros	1,00	1,00	1,00	6,67	0,36	22	18	0,36
2	Disco								
	a Tres Cerritos	1,20	1,20	1,20	8,00	0,44	26	22	0,44
	b Otros	3,30	3,30	3,30	22,00	1,20	72	60	1,20
3	Otros (incluye Tía y Mayoristas)	2,30	2,30	2,30	15,33	0,84	50	42	0,84
		14,50	15,50	15,00	100 %	5,45	327	273	5,45

* Información suministrada por Datamática Consultora

Tabla 3: Relación entre el nivel de facturación y la generación de residuos en los principales centros de compra

Los resultados obtenidos en este relevamiento se muestran en la tabla 2. Esto se tradujo a toneladas por mes en base a los pesos unitarios promedio (tabla 4). Si bien estos pesos pueden no ser absolutamente reales, son útiles dado el objetivo del trabajo de arribar a resultados comparativos y proponer medidas de mitigación del impacto que generan estos envases.

	PVC	PE	PET	Tergo pol	Cartón	Papel	Tetra brik	Hoja lata	Alumi nio	Vidrio	Total General
Tn/Mes	50,3	85,0	22,5	16,0	129,1	9,4	25,3	46,8	11,4	318,6	714,4
% sobre el Total	7 %	12 %	3 %	2 %	18 %	1 %	4 %	7 %	2 %	45 %	100 %
Total Plásticos y Papeles	173,8 Tn/mes				138,5 Tn/mes						
% Plásticos y Papeles s/Total	24 %				19 %						
Sólo empaque	22,3	Tn/mes			129,1 Tn/mes						
	26 %	s/plásticos			93 % s/papeles						
	3 %	s/total			18 % S/total						

Tabla 4: Toneladas mensuales de residuos domiciliarios proveniente de Supermercados

Como se puede observar en tabla 2, las cantidades se expresan en unidades de envases, las que se multiplicaron por sus pesos unitarios promedios para llevarlas a toneladas por mes en tabla 4, donde se incluye también la producción de residuos de cartón en contenedores, provenientes de envases mayoristas consignados en tabla 3.

La planilla confeccionada para el relevamiento estadístico en bocas de venta de Supermercados se muestra en la tabla 2 con los resultados de la encuesta.

CONCLUSIONES

La participación de los super e hipermercados en las ventas de la ciudad de Salta, representaba en momentos de realizarse el relevamiento, un 30 % del movimiento comercial capitalino, compuesto por unas 110.000 familias. Hoy el porcentaje se ha incrementado al inaugurarse un nuevo y gran centro de compras.

A pesar de la importante producción de residuos de cartones y papeles de los supermercados, la gestión que desarrolla la Cooperativa de cirujas "San José" para el reciclado de los mismos, es trascendente para la mitigación del impacto ambiental en el vertedero municipal.

El impacto ambiental y visual más importante, se da con los residuos de envases plásticos, que representan el 24 % de los residuos provenientes de los centros de compras, es decir 173,8 Tn por mes. Si tenemos en cuenta la pequeña densidad aparente que poseen en función del importante volumen que ocupan, su disposición final en el vertedero municipal necesita un importante movimiento con la maquinaria de aquél.

22,3 tn /mes corresponden sólo a las bolsas de polietileno provenientes de los supermercados, es decir el 3 % en peso del total de los residuos, lo cual es muy importante. El impacto visual que se observa en la disposición final de residuos, identifica de inmediato a las fuentes proveedoras de tales envases.

Frente a esta situación la población se encuentra completamente desprotegida. Ello ocasiona que El Municipio de la Ciudad de Salta, que licitó la recolección y disposición final de los residuos domiciliarios, incremente sus erogaciones por estos servicios.

La inserción de un Impuesto Ambiental hacia las Embotelladoras de la región para la creación de un Fondo de Reparación Ambiental, es una de las alternativas posibles de solución.

Bajo el enfoque sistémico del ACV, analizaremos en un futuro inmediato la posibilidad de reemplazar las bolsas de PE por otras de papel.

Los supermercados involucrados, debería financiar Campañas de concientización pública para el no uso de bolsa de PE, incentivando a su vez al cliente que concurra con recipientes propios.

La Comuna debe arbitrar los medios necesarios para capitalizar el hecho que el 30 % de los residuos municipales provienen de los grandes supermercados, y lograr que aporten los fondos proporcionales al tratamiento de sus propios residuos, preservando el espíritu del ACV.

ABSTRACT

This work proposes solution for the environmental impact of the productive activities and consumption habits of the region. The systemic approach is used to be able to arrive to conclusions that contemplate the interdependence of all the factors. According to the General Systems Theory, this is a Black Box Problem. It tries to determine the time independent relationships of the system starting from the observation of the activity of the external quantities.

The life cycle of regional generated or consumed products is studied, as well as the impact of each stage of this cycle. It was analyzed only the main products from the point of view of the environmental problems that they cause in each phase. The generation of homes trash has been studied starting from the purchases in Supermarkets. It was detected that the most problematic was the plastics coming from the packaging and containers.

KEYWORDS

System, systemic approach, black box, waste, life cycle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boustead and G.F. Hancock, "Theoretical Industrial Systems", Handbook of Industrial Energy Analysis, 1979, p. 38.

Fava J. A., Denison R., Jones B., Curran M. A., Vigon B.W., Selke S. and Barnum J. (eds.), "A Technical Framework for Life Cycle Assessments", Pensacola: Society of Environmental Toxicology and Chemistry, August 18-23, 1990, Smuggler's Notch, Vt., 1991, pp. 1-2.

Gay A., Ferreras J., "La Educación Tecnológica". 1997. Red Federal de Formación Docente Continua, Prociencia, CONICET, Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Pp. 93 – 110.

Klir G. J., "Teoría General de Sistemas (Un enfoque metodológico)", Ediciones ICE, Madrid, España, 1.978.

Pacheco O., Plaza G. Propuesta de Gestión Integral de Residuos en la Provincia de Salta, Impacto energético y ambiental. Publicado en "Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente". ISBN 0329-5184, Octubre de 2000.

U.S. Environmental Protection Agency, 1993. Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles, EPA/600 / R92 / 245, ISBN 1-55670-015-9, Prepared by Battelle and Franklin Associates Ltd. For the Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Research and Development, 108 pages.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente a los miembros de "Datamática Consultora" por el apoyo y la colaboración brindada para que este trabajo sea posible, de manera muy especial a los encuestadores que demostraron un verdadero profesionalismo para el llenado de las encuestas.