



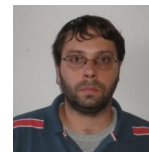
BALANCE DE MASA Y ENERGÍA EN EL HOGAR

Víctor Emmer (*)

Ingeniero Químico (2007) y Magister en Ingeniería Ambiental (2015). Proyecto Biovalor, Dirección Nacional de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Minería.

Gimena Bentos Pereira

Ingeniera Civil Hidráulica Ambiental (2006). Intendencia de Montevideo, División Saneamiento.



TEMA: 4 – Medio ambiente

CUENCA: NC

ODS: 11 – Ciudades y comunidades sostenibles; 12 – Producción y consumo responsable

Dirección del autor principal (*): Calle Antonio Machado 7979, Parque Miramar, Canelones, Uruguay. CP 15000. E-mail: eltorugo@gmail.com

Palabras Clave: Consumo sustentable, energía, residuos sólidos.

INTRODUCCION

La creciente generación de residuos de los centros poblados es una de las mayores preocupaciones de los gobiernos municipales de todo el mundo. La falta de espacio para la implantación de nuevos sitios de disposición final de los residuos, las dificultades para su correcto manejo, así como los altos costos de la adecuación de nuevas tecnologías de gestión de los residuos, representa un problema especialmente en los países en desarrollo.

A su vez, el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro de la calidad ambiental, asociados a patrones de consumo no sostenibles, a través de los cuales una fracción muy menor de los recursos puede ser re-aprovechados, da cuenta de un modelo de economía lineal que debe ser modificado.

La búsqueda de un cambio en los patrones de consumo, en el aprovechamiento óptimo de la energía, en la generación de residuos y su gestión, requiere previamente conocer y medir este comportamiento, de manera de identificar las posibles acciones de mejora y el efecto de las medidas adoptadas (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

En el trabajo a continuación, se presenta un estudio de cuantificación del uso de recursos y energía, y de generación de residuos en un hogar,

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es llevar a cabo un balance de masa y energía en un hogar, a través de la medición y registro de todos los ingresos de insumos y energía, y las salidas de las distintas corrientes de residuos.

De esta manera, se podrá determinar la eficiencia en el uso de recursos y energía, reconociendo tendencias y comportamientos típicos en el consumo de insumos y generación de residuos mediante el seguimiento de los indicadores definidos. Además, será posible identificar oportunidades de mejora en el uso de recursos y gestión de los residuos, así como cuantificar el efecto de las medidas adoptadas.



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

METODOLOGÍA

El desarrollo del estudio se basa en la medición y registro de todas las entradas de insumos, agua y energía al hogar, y de las salidas de residuos. Este registro de entradas y salidas comenzó en Enero del 2017 y pretende continuar todo el año hasta Diciembre de 2017. A la fecha de elaboración del presente informe, se lleva la mitad del año de registros.

El hogar corresponde a una vivienda habitada por dos personas en Ciudad de la Costa en el Departamento de Canelones, a aproximadamente 16 km al este del centro de la ciudad de Montevideo.

Entre las principales características se puede mencionar que general se consume alimentos preparados de forma casera, incluyendo las viandas diarias consumidas en los lugares de trabajo de ambas personas.

Se realiza separación de residuos orgánicos para la elaboración de compost en la propia vivienda el cual es utilizado en la recuperación del suelo arenoso. También son separados todos los materiales reciclables que son trasladados hacia los puntos de recolección en centros comerciales. Los envases retornables son considerados residuos que son devueltos a los centros comerciales. Por su parte, los residuos mezclados no aprovechables son depositados en el sistema municipal de recolección de residuos.

Entre los principales artefactos domésticos con los que cuenta el hogar, se puede mencionar un termotanque de 50 L de capacidad y 1.800 W de potencia, un lavarropas de 6 kg de capacidad y 1.500 W de potencia, y una cocina de 4 hornallas a supergás (GLP) y horno eléctrico de 2.400 W de potencia. El hogar cuenta con cuatro sistemas de aires acondicionados de 9000 BTU cada uno y una estufa a leña. Además, en la mayoría de los casos, ambas personas que componen el hogar se trasladan diariamente en automóvil a sus puestos laborales en el centro de la ciudad de Montevideo. En la Tabla 1 se detallan los distintos parámetros medidos y registrados.

Las medidas de peso son realizadas mediante una balanza de resorte tipo “pescador”, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Balanza utilizada en medida de peso de los insumos y residuos.





14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

En la Tabla 1 se detallan los distintos parámetros medidos y registrados.

Tabla 1. Detalle de los parámetros medidos y registrados.

Balance	Parámetro	Metodología de medición y registro	Frecuencia de medición y registro
Masa	Insumos no líquidos	Registro del peso de los artículos consumibles que ingresan al hogar, excepto bebidas	Cada vez que ingresan insumos al hogar
	Insumos líquidos (bebidas)	Registro del peso de las bebidas que ingresan al hogar, incluyendo sus envases	Cada vez que ingresan insumos al hogar
	Residuos mezclados	Registro del peso de los residuos no aprovechables depositados en el sistema municipal de recolección de residuos	Cada vez que se requiere vaciar el depósito de residuos mezclados
	Residuos reciclables	Registro del peso y volumen de los residuos reciclables depositados en los puntos de recepción de residuos reciclables. Al menos cuatro registros de la composición por fracción de los residuos reciclables	Cada vez que se requiere vaciar el depósito de residuos reciclables
	Residuos orgánicos	Registro del peso de los residuos orgánicos de origen vegetal a ser tratados por compostaje	Cada vez que se requiere vaciar el depósito de residuos orgánicos
	Residuos retornables (envases)	Registro del peso de los envases retornables devueltos a los centros comerciales	Cada vez que se requiere vaciar el depósito de residuos retornables
	Agua	Registro de la medida del contador de OSE	Mensual
Energía	Energía eléctrica	Registro de la medida del contador de UTE	Semana/quincenal
	GLP	Registro del cambio de la garrafa	Cada vez que se requiera cambio de la garrafa
	Gasolina	Registro de la carga de gasolina	Cada vez que se requiera carga de combustible
	Leña	Registro de la adquisición de leña	Anual

Cabe mencionar que no están considerados en los registros realizados, el ingreso de insumos no consumibles en la base temporal que abarca el estudio, como son muebles, ropa, tierra, etc., así como tampoco se registran residuos generados en circunstancias especiales, como puede ser un electrodoméstico que deba ser desechado o reemplazado.

La razón por la cual los insumos son clasificados en líquidos y no líquidos, radica en que los primeros presentan una proporción mucho menor respecto a la generación de residuos que los insumos no líquidos. Es preciso aclarar que en ambos casos las medidas incluyen cualquier tipo de envases en los que se adquieren los insumos.

A partir de los registros realizados para cada parámetro, se determinan los indicadores medios diarios por persona, cuyas metodologías de cálculo difieren dependiendo de cada una. Por un lado, dado que los insumos no son adquiridos diariamente, ni con ninguna otra frecuencia definida, se asume que todos los insumos que ingresan al hogar durante un mes, son consumidos de forma uniforme durante todo ese mes. Sin embargo, es más fácil aceptar que los residuos que salen del hogar, fueron generados los días previos desde el último registro a una tasa constante. De forma similar son estimados los indicadores de consumo de energéticos.

14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

RESULTADOS

En la Figura 2 y Figura 3 se muestra la evolución de los parámetros medidos para el balance de masa y energía, respectivamente.

Figura 2. Balance de masa.

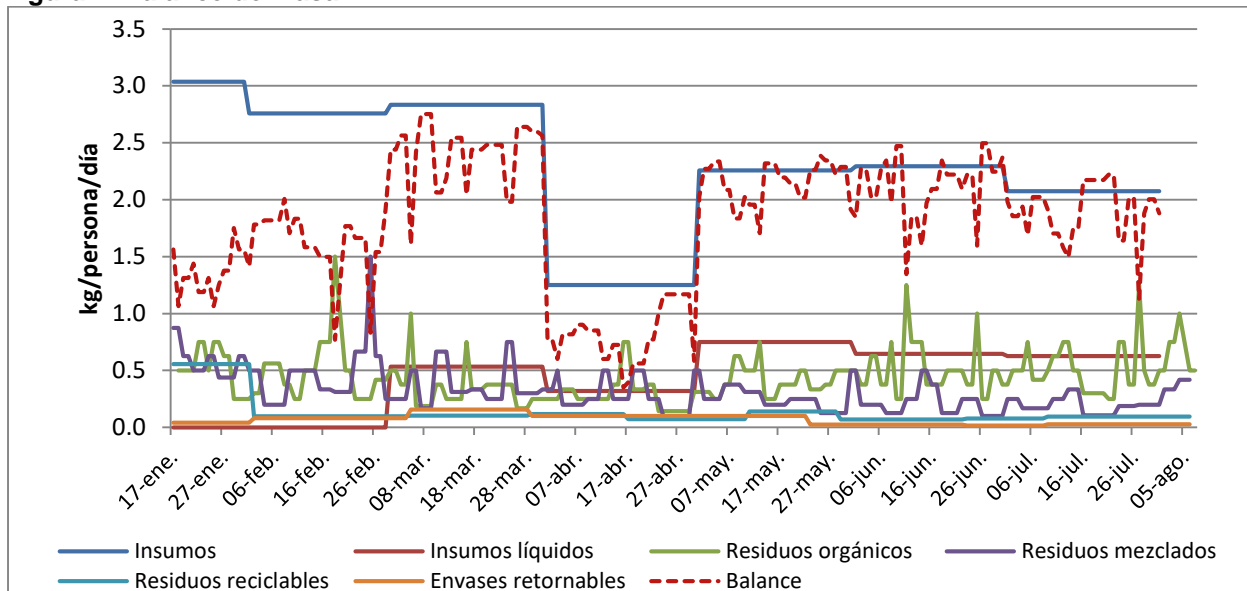
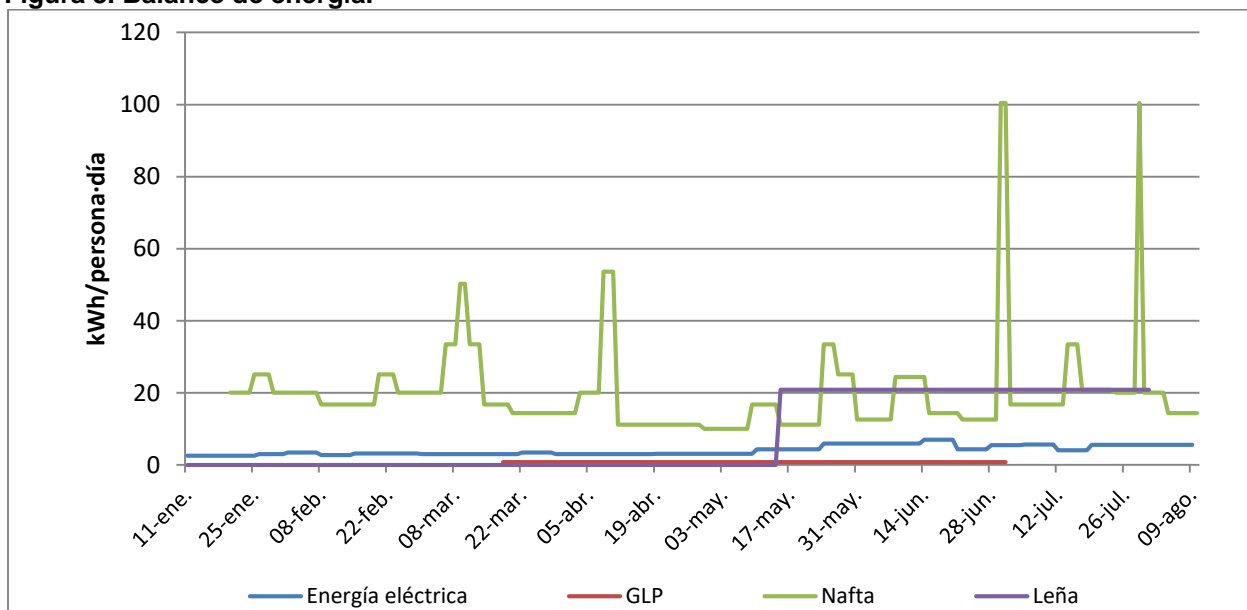


Figura 3. Balance de energía.



En estos gráficos se aprecia la forma de escalón de las tendencias de los indicadores, que se debe al procedimiento de cálculo, que determina los indicadores promedio en un mayor o menor período de tiempo. Es así que se observa una importante disminución en el ingreso de insumos durante el mes de abril, que puede deberse a que justo en los últimos días de marzo fueron registrados ingresos elevados de insumos.



IX Congreso Nacional de AIDIS
Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

Otro aspecto interesante, es el hecho de que se observa una marcada disminución en la generación de residuos reciclables luego del primer mes de registros, y un aumento en la tendencia en la generación de residuos orgánicos en los últimos meses registrados. En ambos casos, si bien se puede estar evidenciando un cambio en el patrón de consumo, con la consecuente variación en la generación de residuos, estas diferencias pueden deberse a una mejora en la clasificación de los residuos, ya que se comenzó a evaluar la posibilidad real de reciclaje de los materiales, y la consolidación del proceso de compostaje y mejora en la separación de residuos orgánicos.

Por otro lado, el gráfico de los indicadores de uso de energéticos muestra el elevado aporte del consumo de gasolina, que presenta algunos picos bien definidos, los cuales claramente se deben a viajes realizados al interior del país.

Además, se observa que durante los meses más fríos, el consumo energético de leña es muy importante, incluso igualando durante ese período el consumo energético promedio de gasolina.

En la Tabla 2 se detallan los valores promedio de los indicadores determinados para el período abarcado de los indicadores del balance de masa, mientras que en la Tabla 3 los correspondientes al balance de energía.

Tabla 2. Valores promedio de los indicadores determinados.

Balance de masa (kg/persona/día)		Balance de energía (kWh/persona/día)	
Insumos no líquidos	2,30	Energía Eléctrica	4,0
Insumos líquidos	0,45	GLP	0,8
Residuos orgánicos	0,44	Nafta	19,7
Residuos mezclados	0,31	Leña	8,1
Residuos reciclables	0,13		
Envases retornables	0,07		

De los resultados obtenidos se puede observar que el ingreso de insumos al hogar asciende a 2,75 kg/persona/día, mientras que la tasa de generación de residuos es 0,95 kg/persona/día, resultando en un indicador de 0,35 kg_{residuos}/kg_{insumos}.

En cuanto a los residuos generados, si no se consideran los residuos retornables (envases) puede observarse que el 49,8 % corresponde a residuos orgánicos de origen vegetal y el 14,8 % a residuos reciclables; mientras que los residuos mezclados solo representan el 35,3 %.

Según estudios de referencia (FICHTNER-LKSur, 2004; CSI Ingenieros - Estudio Pittamiglio, 2011; LKSur, 2013), la tasa de generación de residuos para Montevideo puede estimarse entre 0,38 y 0,50 kg/hab/día, por lo que el valor obtenido en el presente estudio se encuentra muy por encima de los valores referencia, incluso si se desestima la generación de residuos retornables. Esta diferencia puede explicarse en una mayor generación de residuos orgánicos, ya que en las referencias consultadas se indica un contenido medio de material orgánico cercano al 40 %, equivalentes a aproximadamente 0,20 kg/hab/día; mientras que en el estudio desarrollado es del 50 % sólo considerando los residuos orgánicos de origen vegetal.

De acuerdo a las referencias consultadas, el contenido total en los residuos de materiales con potencial de ser reciclables (papel y cartón, plástico, metal y vidrio) es de 40 %, a una tasa entre 0,15 y 0,20



IX Congreso Nacional de AIDIS Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

kg/hab/día. De esta manera, se observa que en el caso en estudio, la tasa de generación de residuos reciclables se encuentra muy cercana a la tasa de separación máxima de estos materiales.

En cuanto al balance de energía, los resultados obtenidos reflejan un consumo total promedio de energía de 32,6 kWh/persona/día, siendo la nafta el mayor consumo con el 60,4 % del total. Este consumo de nafta es consumido realizando un promedio de 57,8 km/día con un rendimiento de 13,5 km/L de nafta Super 95 SP. Los picos observados en el consumo de nafta corresponden a viajes eventuales realizados al interior del país.

Según el último Balance Energético Nacional (BEN) (MIEM, 2015), el consumo final total per cápita de energía a nivel residencial 7,3 kWh/hab-día, sin incluir combustible de transporte. Este consumo se distribuye en 0,9 kWh/hab-día de GLP; 3,3 kWh/hab-día de electricidad; y 2,6 kWh/hab-día de leña; además de otros energéticos no considerados en el presente estudio. Tanto para el GLP como para la energía eléctrica, los resultados obtenidos pueden considerarse comparables, mientras que se observa que el consumo de leña es significativamente mayor al de la referencia consultada. Esta diferencia en el consumo de leña se puede deber a que los datos del BEN se basan en promedios entre la totalidad de la población y no sobre los habitantes con instalaciones para el uso de leña.

Por su parte, el BEN publica datos de consumo de nafta para el sector transporte de 5,4 kWh/hab-día. La diferencia respecto a los resultados obtenidos, se basan por un lado en el hecho que los valores publicados refieren a promedios en el total de la población, pero por otro al elevado promedio de distancia recorrida diariamente.

CONCLUSIONES

La primera observación que se puede realizar de acuerdo a los resultados obtenidos es que, en promedio, el 35 % de todos los insumos consumibles que ingresan en el hogar deberán ser luego gestionados como residuos.

Por otra parte, los resultados obtenidos reflejan el efecto de la separación en origen de los residuos en la gestión de los residuos, ya que solo el 32,7 % de los residuos generados son depositados en el sistema de recolección municipal de residuos. Es decir, que la clasificación de residuos podría reducir en un 67,1 % los residuos que deben ser gestionados por el sistema municipal de recolección.

En particular, se destaca el efecto de separar y tratar mediante compostaje los residuos orgánicos de origen vegetal, ya que representan la fracción más importante de los residuos generados. Además, cabe resaltar que esta es la única fracción de residuos cuya separación y valorización es beneficiosa de forma directa en el hogar, dado que el compost producido es utilizado como mejorador de suelos en la propia vivienda.

En cuanto a los componentes energéticos, como ya fue mencionado, el consumo de nafta para uso vehicular es largamente el mayor consumo de energía del hogar. Una posible medida para reducir este alto consumo, es mediante la utilización del transporte público. En este sentido, si consideramos un viaje de 16 km de dos personas, el consumo energético tal cual se da actualmente sería de 5,5 kWh/persona; mientras que un ómnibus en trayecto urbano con 20 personas abordo y un rendimiento de 2,5 km/L de gas oil (MIEM, 2008), el consumo energético sería de 3,2 kWh/persona en el viaje de 16 km.

Como fue mencionado anteriormente, el consumo eléctrico se encuentra aproximadamente 20 % por encima del consumo medio de acuerdo a las referencias consultadas. Una posible reducción en este consumo, puede darse mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en lo que respecta a la aislación térmica de la vivienda, dado que se trata de una edificación antigua con claras pérdidas de calor por las aberturas.



IX Congreso Nacional de AIDIS
Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

Como ya fue explicado anteriormente, el registro de datos continuará durante el resto del año en curso, luego del cual será posible contar con un mayor nivel de ajuste de la información, con la cual será posible evaluar alternativas en los patrones de consumo y determinar el impacto de su implementación.

REFERENCIAS

1. CSI Ingenieros - Estudio Pittamiglio, (2011). Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos. Uruguay.
2. Ellen MacArthur Foundation, 2013. Towards the Circular Economy.
3. FICHTNER-LKSur, (2004). Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana. Estudios Básicos. Tomo II: Residuos Sólidos Urbanos. Programa de Saneamiento de Montevideo y Área Metropolitana. Tercera Etapa Subproyecto. República Oriental del Uruguay - Oficina de Planeamiento y Presupuesto - Dirección de Proyectos de Desarrollo.
4. LKSur, (2013). Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Urbanos con fines energéticos. ALUR-MIEM. Uruguay.
5. Ministerio de Industria, Energía y Minería, (2008). Estudio del consumo de energía en el sector transporte. Uruguay.
6. Ministerio de Industria, Energía y Minería, (2015). Balance energético – 2015. Uruguay.