

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DEL GRAN SANTIAGO DE CHILE: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Óscar C. VÁSQUEZ

Universidad Santiago de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial, Código postal 9170124, Av. Ecuador 3769, Estación Central-Santiago, Chile, oscar.vasquez@usach.cl.

(Recibido noviembre 2010, aceptado julio 2011)

Palabras claves: gestión de residuos sólidos municipales, política pública, gran Santiago de Chile

RESUMEN

La gestión de residuos sólidos municipales (GRSM) plantea importantes desafíos en la ciudad del Gran Santiago de Chile (GS). En el año 2010, la creación del Ministerio del Medioambiente, la sanción e implementación del “Plan Director de Residuos Sólidos de la Región Metropolitana” y el renacer de la Empresa Metropolitana de Disposición y Tratamiento de Basuras Limitada (EMERES), abren nuevas oportunidades para enfrentarlos. En este trabajo se describe y analiza el actual sistema con el objeto de proporcionar información relevante para los tomadores de decisiones involucrados. El resultado obtenido muestra que el sistema de GRSM del GS presenta un buen nivel en su operación, evidenciado por su sistema de recolección y disposición final, aunque aún presenta deficiencias de orden institucional, político, jurídico, de gestión, económico y educativo. En este nuevo escenario, son recomendadas algunas acciones a seguir para enfrentarlas, destacándose la necesidad de complementar el marco legal con la clara definición de competencias e interrelaciones de las entidades involucradas, el estudio de la propiedad de los residuos, el establecimiento consensado de conceptos asociados a la generación per cápita y la composición de residuos para obtener estudios representativos, el desarrollo de instrumentos y proyectos enfocados a la minimización, el estudio y la corrección de las aparentes ineficiencias que el mercado de Transporte y disposición final de residuos presenta y la generación de programas educativos ambientales.

Keywords: municipal solid waste management, public policy, gran Santiago of Chile

ABSTRACT

Municipal Solid Waste Management (MSWM) defines important challenges in the Gran Santiago city of Chile (GS). In 2010, the creation of the Ministry of Environment, the resolution and implementation of “Plan for Solid Waste Management in Metropolitan Region” and the revival of the Metropolitan Enterprise of Disposal and Processing Waste, Limited (in spanish, EMERES), open new opportunities to address them. This paper describes and analyzes the current system, in order to provide relevant information for the decision makers involved. The result shows that the MSWM system in GS has a good level in its operation, as it is evidenced by its system of collection and disposal, although still exist institutional, political, legal, managerial, economic, and educational deficiencies. In this new scenario, some actions to take to address them

are recommended, emphasizing the need to complement the legal framework with a clear definition of responsibilities and interrelationships of the entities involved, the study of the ownership of the waste, the establishment of agreed concepts associated to per capita generation and composition of waste to obtain representative studies, the development of instruments and projects focused on minimizing, the study and correction of the apparent inefficiencies in the markets of collection and final disposition waste, and to generate environmental education programs.

INTRODUCCIÓN

El incremento explosivo de generación de residuos sólidos municipales (RSM) es un problema para los países en vías de desarrollo, principalmente en las grandes ciudades, donde se encuentra una alta densidad de población urbana con un patrón de consumo creciente y heterogéneo (UN 2001). En estas ciudades, la gestión de residuos sólidos municipales (GRSM) –entendida como la planificación, organización, dirección, coordinación, control de las diferentes acciones relacionadas con la generación, recolección, transporte y disposición final de los RSM–, enfrenta un doble dilema, por un lado, el gran incremento en la demanda de servicios de gestión de residuos causado por el crecimiento demográfico, y por otra parte, las restricciones de recursos y limitaciones institucionales que presenta el sector público para abordarlo (Buenrostro e Israde 2003, Ahmed y Ali 2006).

Un buen ejemplo de este tipo de ciudades es el Gran Santiago (GS), localizada en la Región Metropolitana de Chile (Vásquez y Alfaro 2011). Esta ciudad es el área urbana más extensa del país, concentrando el 35.78 % de la población nacional con 5.4 millones de habitantes (INE 2005).

En el año 2010 se abren nuevas oportunidades y propician acciones de mejora para la GRSM en el GS, por la creación del Ministerio del Medioambiente como nueva institucionalidad responsable en Chile, por el actual proceso de sanción e implementación del “Plan Director de Residuos Sólidos de la Región Metropolitana”, donde destaca el programa de minimización “Santiago Recicla” al cual adhieren 33 municipios de la región, y por el renacer de la Empresa Metropolitana de Disposición y Tratamiento de Basuras Limitada (EMERES), que agrupa a 19 municipios de la región en torno al tema de la GRSM integrada.

Sin embargo, el éxito de las acciones de mejora que se establezcan requiere del conocimiento y constante monitoreo del comportamiento general del

sistema en la región donde se desean implementar (Buenrostro y Bocco 2003, Díaz 2009). Para contribuir a esto, este trabajo describe y analiza el actual sistema de GRSM en el GS, con el objetivo de proporcionar información relevante para los tomadores de decisiones, recomendando algunas acciones a seguir en este nuevo escenario.

Marco legal de los RSM

En Chile, el marco legal que establece las responsabilidades, obligaciones, derechos y penalidades respecto a la GRSM está definido principalmente por 8 instrumentos: 1. Ley 19.300 (Ley General del Medioambiente); 2. Resolución N° 2.444/80 (Normas de operación de los lugares de disposición final); 3. Decreto supremo N°553/90 (Código sanitario); 4. Decreto N°144/61 (Normas de emanaciones o contaminantes atmosféricos por incineración); 5. Decreto Fuerza de Ley Ministerio de Salud (Institucionalidad de salud); 6. Decreto Ley N° 1.289/75 (Estatuto de Ley para la municipalidades); 7. Decreto Ley N° 3.063/79 (Rentas municipales); 8. Ley 20.417 (Institucionalidad medioambiental). Dentro de este marco, se establece al Ministerio del Medioambiente como el órgano del Estado que colabora con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de planes y programas en materia ambiental, velando por la diversidad biológica, desarrollo sustentable, política ambiental y regulación normativa; mientras que el municipio es el responsable del sistema de recolección, transporte y disposición final de los RSM de su territorio, siendo este quién además específica, a través del instrumento legal municipal denominado “Ordenanza”, el mecanismo de cobro por este servicio a su población, según criterios de carácter general y objetivo.

Sin embargo, en este marco no se establece cómo las distintas entidades participantes deben coordinarse, jerarquizarse, regularse y controlarse, ni de cómo las políticas de gestión establecidas por el gobierno central, a través del Ministerio de Medioambiente, deben ser alineadas con los aspectos político-econó-

micos propios de la gestión municipal de los RSM. Tampoco introduce formalmente el análisis económico (e.g. costo beneficio, costo eficiencia) en los procesos de elaboración de acciones y regulaciones ambientales en el tema de gestión de residuos (Katz *et al.* 2010), ni presenta facilidades impositivas explícitas que propicien la minimización, reutilización y el reciclado de los RSM.

En la actualidad, sólo existe un fondo concursable por parte del Estado, denominado Fondo de Protección Ambiental (FPA), el cual a partir del 2011 fue potenciado y fortalecido, estableciendo cuatro líneas de trabajo donde se destacan “gestión ambiental local” e “investigación e información ambiental”, buscando así incentivar iniciativas ambientales de pequeña escala y estudios en estas materias.

GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RSM

En el GS, los estudios sobre la generación y caracterización de los RSM tienen dos enfoques: uno de ellos está relacionado con los RSM depositados por uno o varios municipios en los sitios oficiales de disposición final y el otro es resultado del análisis estadístico de una muestra estratificada de los puntos de generación de la población (por ejemplo, hogares, establecimientos comerciales). Los informes disponibles en el GS, datan de la década de 1970 (e.g. Bianchi 1973, Concha y Szczaranski 1977, Isamitt y Kayak 1979, Garcés 1983, Pinto y Ramos 1990), aunque sólo a mediados de la década de 1990 es posible encontrar resultados que especifican las técnicas de muestreo y criterios de selección (e.g. SISyA 1995, Orccosupa 2002, GRS 2006). Sin embargo, todos estos resultados sólo pueden ser utilizados como referencia, debido a que tienen una serie de problemas. En primer lugar, porque los del primer enfoque proporcionan una aproximación débil del valor de generación de RSM per cápita, ya que no consideran los RSM depositados por habitantes de un municipio diferente al o los estudiados, ni los RSM reciclados, reutilizados o depositados por sus habitantes en vertederos ilegales, lo cual induce a una estimación errónea, sub o sobre estimada. En segundo lugar, porque a pesar de que los estudios que consideran el análisis estadístico han aumentado su rigurosidad científica, mediante la estimación de la generación y caracterización de los RSM con alguna significación estadística, las diferencias en la definición de las técnicas de muestreo, los cri-

terios de selección, la selección de la muestra y la rigurosidad de su aplicación, impide su utilización como dato representativo del período de estudio o para medir la variación temporal de la generación y la composición de los RSM en el GS.

RECOLECCIÓN DE RSM

La recolección de RSM en el GS presenta dos sistemas: tradicional y no tradicional. La recolección tradicional contiene los puntos de generación (i.e. viviendas, edificios, locales comerciales, restaurantes, hoteles, establecimientos educacionales, oficinas, cárceles y ferias libres) y su transporte hacia las estaciones de transferencia o establecimientos oficiales autorizados para su disposición final. Este proceso se lleva a cabo por camiones compactadores que pertenecen generalmente a empresas privadas especializadas, las cuales son seleccionadas por cada municipio a través de una licitación. El costo de recolección varía en función del contrato suscrito por la empresa concesionaria, teniendo en cuenta principalmente la distancia que debe ser cubierta por los camiones. Con respecto a los servicios de recolección tradicional, tres empresas controlan el 70 % del mercado en el GS, no observando medidas gubernamentales o respuestas de las instituciones relacionadas, para facilitar la competencia en el sistema y desalentar una posible colusión dada por la concentración de la oferta. La cobertura del sistema tradicional es más alta incluso que la de algunos países con mayor ingreso per cápita, el 99.1 % de la población urbana tiene un servicio regular de recolección de RSM y el 95.4 % tiene una frecuencia de servicio de recolección de por lo menos una vez por semana (CONAMA RM 1999). La recolección de RSM no tradicional consiste en su traslado desde los sitios de generación hacia microbasurales, vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS) o establecimientos partícipes de procesos de reutilización o reciclaje. La recolección de RSM hacia microvertederos y VIRS es realizada por microempresas ilegales, servicios ambulantes o la propia población. La información sobre los costos asociados con estos servicios ilegales es escasa, pero se estima entre USD\$ 37.86 y USD\$ 473.09 por tonelada transportada (Rungruangsakorn 2007). En el caso de la reutilización de los RSM y centros de reciclaje, el servicio de recolección es llevado a cabo por compradores ambulantes, recolectores de basura o la propia población desde los puntos de generación, por lo general sin costo.

DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSM

Con relación a la disposición final de RSM se distinguen dos tipos de establecimientos: oficiales e ilegales. Actualmente los establecimientos oficiales autorizados para la disposición final de RSM en el GS, acorde con la norma sanitaria, son los rellenos sanitarios de Loma Los Colorados, Santa Marta y Santiago Poniente, en donde se depositan todos los RSM recolectados por el sistema tradicional. Es importante señalar que entre los años 2002 y 2010, un total de 15 municipios no han depositado sus RSM en un único relleno sanitario, ya sea porque la capacidad operante máxima de los rellenos sanitarios no siempre ha estado disponible debido a problemas con la norma sanitaria o porque simplemente los contratos de recolección y disposición final de RSM han hecho que el cambio de relleno sanitario o el uso de más de uno sea una mejor alternativa. En este mercado, cada municipio gestiona de manera independiente su sistema de disposición final, aunque existen registros históricos de negociaciones en forma conjunta, especialmente cuando existe la necesidad de contar con un nuevo relleno sanitario. El control de los RSM depositados en los establecimientos oficiales se lleva a cabo por la Secretaría Regional Ministerial de Salud, Región Metropolitana (SEREMI RM), que mantiene un registro de la cantidad mensual depositada por cada uno de los municipios del GS por relleno sanitario. Utilizando esta información (SEREMI RM 2011) y la estimación de la población en cada municipio (INE 2004, 2005), se calcularon la disposición final total y per cápita de RSM en el relleno sanitario por municipio, entre los

años 2002 y 2010, cuyo diagrama de caja se presenta en la **figura 1**. En promedio, se observa que el total de RSM depositados en los sitios oficiales por municipalidad aumentó en 18.71 %, pasando de 62 843 a 74 598 toneladas entre los años 2002 y 2010, mientras que el promedio municipal per cápita de RSM depositados muestra aumento de 16.73 %, pasando de 1.14 a 1.33 kilogramo/habitante-día en el mismo periodo. Esta tendencia pone de manifiesto la necesidad de contar con un nuevo relleno sanitario en los próximos años, considerando que para el año 2010, Loma Los Colorados y Santa Marta superan su capacidad operante de 150 y 60 mil toneladas mensuales, mientras que Santiago Poniente opera sobre el 85 % de su capacidad, todo esto sin considerar los RSM depositados por otras comunas fuera del GS y privados.

El valor de correlación 0.32 entre el índice de desarrollo humano (IDH) de los habitantes de cada municipalidad (MIDEPLAN y PNUD 2006) y su promedio per cápita de RSM depositados, entre los años 2002 y 2010, refleja que no necesariamente la mayor cantidad de residuos depositados proviene de donde habitan las personas con mayor nivel socioeconómico, hecho contrario a la intuición, teniendo en cuenta que en general este grupo socioeconómico genera una mayor cantidad de RSM per cápita. Una posible explicación de este resultado puede estar en la movilidad de los habitantes del GS, debido a la concentración del empleo que existe en algunos municipios, en donde la gente de otros municipios genera y bota sus residuos, sumado a que la cantidad de RSM reciclados proviene mayoritariamente de la población que habita comunas donde el IDH es mayor.

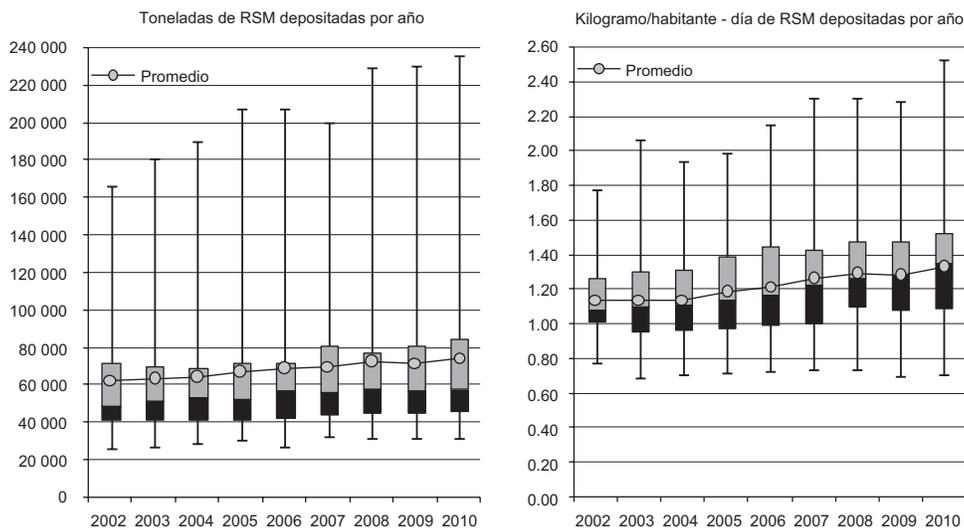


Fig. 1. Diagrama de caja de la disposición final de RSM en el relleno sanitario por municipio, total y per cápita, entre los años 2002 y 2010

Los sitios ilegales de disposición final de los RSM son de dos tipos: microbasurales y vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS). En el primer caso, la información es escasa debido a su proliferación fácil y rápida erradicación, aunque se estiman del orden de 320 en la región, y por lo general no hay costos asociados a la disposición final debido a su fácil acceso. En el caso de VIRS, existe un registro histórico de su número y su ubicación en el GS y los costos de disposición final oscilan entre 20 y USD\$ 40 por la descarga. El número de VIRS se ha mantenido sin grandes variaciones en el tiempo, pasando de 78 a 76 entre 1994 y 2011 (Pinochet y Olivares 2011). Sin embargo, el porcentaje de VIRS en el GS ha disminuido con respecto al total de la región, pasando de 77.23 % en 1994 al 61.84 % en 2011. La gran mayoría de los 47 VIRS en el GS se encuentran en la zona poniente de la ciudad, donde el nivel socioeconómico de la población es medio-bajo. El impacto de los VIRS es negativo para el GS, afectando la calidad de vida de la población debido a la disminución de los niveles de habitabilidad y al aumento de las enfermedades causadas por los roedores. También contribuyen en gran medida a la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo. El costo de la erradicación de un VIRS es variable, dependiendo del método de extracción, del tamaño y de las toneladas de basura depositadas en ellos, pero se estima un promedio de alrededor de USD\$ 1721.93 por hectárea, sin considerar el costo por cierre perimetral de la zona ni medidas educativas que eviten su reaparición (Rungruangsakorn 2007).

RECICLAJE DE RSM

El reciclaje en el GS se lleva a cabo por empresas privadas, programas municipales y campañas de caridad. En el caso de las empresas privadas, el sistema se inicia con los recolectores de basura informales, llamados “cartoneros” o “cachureros”, que separan los RSM dispuestos por la población antes de ser recolectados por los camiones del sistema tradicional. Estos recolectores informales, cuyo número alcanza las 20000 personas en el GS, se ganan la vida mediante la venta por kilogramo de RSM recuperado y limpio a los pequeños compradores establecidos, los cuales a su vez negocian con las grandes empresas de reciclaje privadas (Concha 2003). Las empresas de reciclaje están ubicadas en todo el GS y los tipos de RSM tratados por ellas son muy variados, abarcando desde el papel, latas de aluminio, vidrio, cartón hasta los residuos electrónicos.

Los programas municipales de reciclaje implican diferentes niveles de integración de las empresas privadas y se basan en la política social por sobre criterios económicos, teniendo en cuenta la participación y consciencia de la población como objetivo principal. En tanto, las campañas de reciclaje de caridad son organizadas por instituciones sin fines del lucro, como por ejemplo ONG y fundaciones, las cuales se instalan centros de recolección en supermercados, parques y calles de la ciudad, donde la población deposita sus RSM directamente, haciéndoseles saber que apoyan a la institución a través del dinero producto del reciclaje.

La variación anual de cantidad de RSM reciclado ha presentado un incremento estos últimos años. En efecto, el porcentaje de RSM reciclado en comparación con los RSM depositados en el relleno sanitario fue inferior al 1 % (2.891 toneladas) en 1995, mientras que para 2007 el valor de reciclado alcanzó el 14.4 % del total de depositados con más de 340 mil toneladas, teniendo al papel como el principal componente, representando el 53.1 % y el Tetra Pak como el más pequeño, alcanzando sólo 0.1 % (CONAMA RM 2005b, 2009).

El estudio de la disposición de los ciudadanos a reciclar muestra que más del 50 % de la población del GS tiene una actitud positiva hacia la separación de los RSM y el 90 % de los habitantes identifican el reciclaje como la solución al problema del sistema de GRSM (CONAMA RM 2002). Sin embargo, en el mismo estudio se concluye que estas personas no notan que la aplicación de medidas de reciclaje tiene algún futuro, porque consideran que el sistema no está preparado para tener en cuenta las iniciativas en ese sentido. Otras conclusiones del estudio son las siguientes: (a) la gente no está dispuesta a pagar para reducir los RSM; (b) la gran mayoría de las personas no llevan a cabo actividades de reciclaje, (c) 72.3 % de las personas entrevistadas no limpia los restos de alimentos en los envases contenedores (por ejemplo, los líquidos de los envases Tetra Pak, botellas y latas de aluminio) y (d) 77.9 % no depositan los RSM por separado para su recolección. En lo referente a la posible idea de crear sistemas de recolección diferenciada, un estudio realizado en tres municipios del GS, en donde en un periodo de 10 años se comparan dos escenarios uno con y otro sin recolección diferenciada, mostró que el primero es económicamente más rentable (CONAMA RM 2005a), aunque el supuesto utilizado de mantener los precios fijos de los RSM reciclados durante el período de estudio y errores en el cálculo del valor actual neto (VAN) de los escenarios no permiten concluir sobre este asunto. En la práctica,

el problema de evaluar el reciclaje desde un enfoque económico no ha sido abordado correctamente por las instituciones responsables ni tampoco existen incentivos legales o económicos para que los privados y universidades los realicen. Esto arroja como resultado el desconocimiento respecto a que si el reciclaje es una alternativa de tratamiento económicamente sostenible, o en caso contrario, la cuantía de la posible pérdida que provocaría implementar medidas en esta dirección.

GASTOS DEL SISTEMA DE GRSM

Para analizar los gastos asociados con GRSM se utilizaron los datos disponibles en SEREMI RM (2011) y SUBDERE (2011), estimando el porcentaje de los gastos municipales asignados al sistema GRSM y el gasto municipal por tonelada de RSM depositados en los rellenos sanitarios, entre los años 2002 y 2007 en el GS, cuyo diagrama de caja se presenta en la **Fig. 2**. En cada uno de los años del estudio se observa que, en promedio, los gastos municipales asignados a la GRSM son del orden del 10 % del total, con una reducción promedio de sólo 0.68 % entre 2002 y 2007; mientras que el estudio por municipio revela que 12 de ellos han aumentado su porcentaje asignado en el mismo período. El promedio de gasto municipal por tonelada de RSM depositado muestra un incremento que va desde USD\$ 43.97 en 2002 a USD\$ 48.54 en 2007. Para el mismo período, la variación de los gastos por tonelada de RSM muestra un incremento medio del 11.80 %, mientras que más

de la mitad de los municipios tienen un incremento superior al 13.79 %

El -0.52 de correlación entre el IDH municipal (MIDEPLAN y PNUD, 2006) y el porcentaje promedio asignado por los municipios para los gastos de GRSM entre los años 2002 y 2007, refleja que los municipios con un IDH más elevado no asignan el mayor porcentaje de su presupuesto a la partida de GRSM, situación que puede ser explicada por el pago directo de los servicios relacionados con GRSM por parte de la población a través de las contribuciones, debido al alto avalúo fiscal de las viviendas en su territorio. Sin embargo, este mismo hecho muestra la paradoja que los municipios con menor IDH, i.e. aquellos habitados por personas con nivel socioeconómico más bajo, utilizan mayor proporción de su presupuesto en GRSM, en desmedro de otras partidas como educación y salud. Situación preocupante considerando que para el mismo período la correlación de 0.16 entre el IDH municipal y la variación del porcentaje asignado a gasto por GRSM muestra que este gasto en porcentaje no varía sustancialmente en el tiempo. Por otro lado, la correlación de 0.48 entre el gasto por tonelada de RSM depositados y el IDH municipal evidencia el hecho interesante de que los municipios que tienen un IDH alto, por lo general, consideran un gasto mayor para la GRSM, posiblemente porque destinan mayores recursos a la erradicación de los lugares de disposición ilegal y su posible reparación, limpieza y ornamentación de los espacios públicos y también a medidas alternativas, como la reutilización y reciclaje de sus RSM. Algunas evidencias, tales como la ubicación geográfica de los

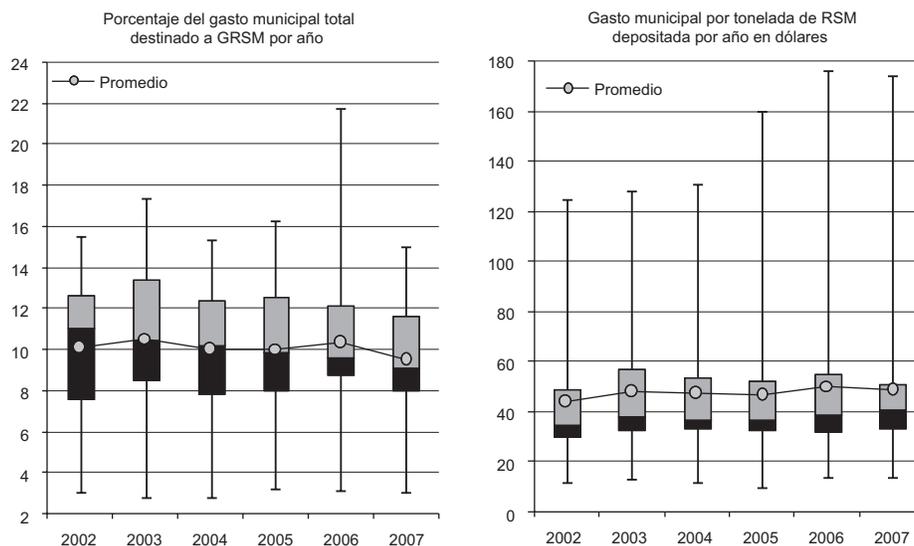


Fig. 2. Diagrama de caja del porcentaje del gasto municipal total asignado a GRSM y el gasto por tonelada depositada de RSM en dólares, entre los años 2002 y 2007

VIRS, el avalúo fiscal de la vivienda y los programas de reciclaje que tienen lugar en sectores con mayor IDH muestran cierta consistencia de la hipótesis propuesta para explicar el fenómeno.

Otro aspecto importante analizado es el porcentaje de los gastos municipales en el sistema GRSM en comparación con los gastos municipales en servicios a la comunidad, considerando el uso alternativo que el dinero asociado con RSM podría tener dentro de la misma partida presupuestaria municipal (e.g. las subvenciones al consumo de agua y electricidad de los habitantes). El promedio de los gastos municipales en el sistema GRSM en comparación con los gastos municipales en servicios a la comunidad fue de alrededor del 40 % para cada uno de los años del estudio, con una disminución promedio de 2.19 % entre 2002 y 2007. En el mismo período se observa que 11 municipios aumentaron su asignación a GRSM, mientras que los valores máximos y mínimos alcanzaron el orden del 60 y 20 %, respectivamente.

La correlación de -0.55 entre el IDH municipal y la asignación de los gastos municipales en el sistema GRSM, dentro de la partida de gastos en servicios a la comunidad, muestra que los municipios con menor IDH destinan menor porcentaje de su gasto a GRSM en el capítulo de servicios municipales. Esta situación evidencia aun más la importancia de la disminución de los gastos asociados a la GRSM, considerando que aquellos municipios con menor IDH son habitados principalmente por personas de bajos ingresos y que los subsidios al consumo de agua y electricidad de su población son también parte de la misma partida presupuestaria de gastos en servicios a la comunidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de GRSM del GS presenta un buen nivel en su operación, que se evidencia en su sistema de recolección, así como en la disposición final en lugares oficiales establecidos. Sin embargo, presenta deficiencias de orden institucional, político, jurídico, de gestión, económico y educativo.

Para enfrentarlas es necesario complementar el marco legal con la definición clara y precisa de las competencias y las relaciones jerárquicas de las diferentes entidades involucradas, así como las responsabilidades, los mecanismos de funcionamiento, los derechos, los deberes y las eventuales sanciones económicas y penales relacionadas con su incumplimiento. Aquí también es de especial interés determinar el marco legal para la propiedad de los RSM, ya que los municipios podrían tener eventuales beneficios de los

RSM generados en su territorio, como dinero desde el reciclaje o por la venta de bonos de carbono obtenidos desde los rellenos sanitarios donde son depositados, así como ciertas responsabilidades en el cierre adecuado de estos sitios de disposición final.

También es necesario consensar los conceptos asociados a la generación per cápita y la composición de los RSM. Esto permitiría, por un lado, generar estudios representativos de un período y que faciliten su posterior comparación en el tiempo, al conocer el desarrollo metodológico para la determinación de la significación estadística, el método de muestreo, los criterios de selección y la selección de la muestra, y por otro lado, desarrollar métodos de estimación aceptables de la generación y composición de los RSM, los cuales son información clave en la evaluación de proyectos alternativos de GRSM, como la obtención de energía mediante su incineración y la extracción del biogás que generan (Estevez 2003, Sufian y Bala 2007, Zamorano *et al.* 2007), así como también para conocer el impacto de la movilidad de los habitantes en los costos municipales por recolección y disposición final de RSM, producto de la concentración del empleo en algunas zonas.

En el ámbito económico se debe apuntar al desarrollo de instrumentos y proyectos enfocados a la minimización de los RSM generados y depositados, así como también al estudio y corrección de las aparentes ineficiencias que el mercado presenta. En el primer caso, los instrumentos deben considerar como mecanismo de incentivo, la reasignación de dinero desde los gastos por la GRSM hacia subsidios al consumo de agua y energía eléctrica y al mismo tiempo, verificar el pago diferenciado de acuerdo con la cantidad de RSM depositado, de modo que “los que botan más paguen más”.

En el caso de la evaluación de proyectos de minimización de RSM, se propone utilizar medidas que incorporen los ahorros de energía asociados a cada RSM reciclado, en vista de la dificultad para obtener precios esperados para ellos dada la escasez de información sobre la estructura, nivel de integración y tipo de competencia que presentan las empresas de toda la cadena de negocio del mercado del reciclaje. También es importante que este tipo de proyectos de minimización incorpore a los actores que históricamente han llevado a cabo la recuperación de los RSM (por ejemplo, “los cartoneros”), de modo que puedan aportar su experiencia en la estimación de la demanda y logística de recolección. Socialmente, esta incorporación permitiría hacer frente a los problemas laborales y previsionales que enfrentan estas personas, mejorando su bienestar y el de la sociedad.

Para el caso del estudio y para la corrección de las ineficiencias del mercado asociadas a los RSM, se recomienda llevar a cabo un análisis que permita aclarar si existe una mayor eficiencia por medio de una negociación conjunta de los municipios en el proceso de recolección tradicional, como asimismo el tipo de contrato vinculante. Por otra parte, se recomienda hacer un análisis del mercado de disposición final en los lugares oficiales, con el fin de determinar las estrategias anti monopólicas que se traduzcan en menores gastos. Cabe señalar que el éxito de estas medidas no sólo depende de un buen estudio de la teorización del problema. En la práctica, estas medidas requieren estimaciones y proyecciones de la generación y composición de RSM, además de un marco institucional, legal y la voluntad política que facilite la gestión, permita la supervisión y establezca la regulación en el área.

En particular, se espera que la nueva institucionalidad gubernamental establecida por el Ministerio del Medioambiente y sus secretarías regionales ministeriales facilite la interacción entre el gobierno central y los municipios, siendo EMERES el posible actor representativo que agrupe a estos últimos, con el fin de tener coherencia entre las acciones de uno y las políticas enunciadas por el otro.

Por último, se recomienda poner especial énfasis en la generación de programas educativos relacionados con los RSM. Estos debieran dar a conocer la importancia de las medidas de minimización de RSM, proporcionando un sentido de responsabilidad social e identificando el bienestar general que la reducción de RSM provoca. La eficacia de estos programas será fundamental para el éxito de cualquier medida de mejora de la GRSM que se desee implementar en el mediano y largo plazo, teniendo en cuenta que la separación de los RSM desde su origen, clave para cualquier plan de reutilización y reciclaje, está fuertemente condicionada por la educación del individuo y el entorno cultural en el que interactúa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el apoyo del Ministerio del Medioambiente de Chile, Fondo de Protección Ambiental, FPA RM-119-2010.

REFERENCIAS

- Ahmed S.A y Ali S.M. (2006). People as partners: Facilitating people's participation in public-private partnerships for solid waste management. *Habitat Int.*, 30, 781-796.
- Bianchi J.M. (1973). *Estudio del problema de las basuras en edificios altos*. Ingeniería Civil, Departamento de Obras Civiles, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 155 pp.
- Buenrostro O. y Bocco G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resour. Conserv. Recy.* 39, 251-263.
- Buenrostro O. y Israde I. (2003). La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19, 161-169.
- CONAMA RM (1999). Política regional de residuos sólidos, región metropolitana. Comisión Nacional del Medioambiente, Región Metropolitana, Chile, 38 p.
- CONAMA RM (2002). Residuos sólidos domiciliarios, Región Metropolitana. Comisión Nacional del Medioambiente, Región Metropolitana, Chile, 16 pp.
- CONAMA RM (2005a). Sistemas de reciclaje. Estudios de casos en la Región Metropolitana. Comisión Nacional del Medioambiente, Región Metropolitana, Chile, 69 pp.
- CONAMA RM (2005b). Estrategia de reciclaje de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana. Comisión Nacional del Medioambiente, Región Metropolitana, Chile, 25 pp.
- CONAMA R.M. (2009). Plan de acción intersectorial: Mesa intersectorial. Santiago Recicla. Región Metropolitana. Comisión Nacional del Medioambiente, Región Metropolitana, Chile, 25 pp.
- Concha J. (2003). Beneficios y costos de políticas públicas ambientales en la gestión de residuos sólidos: Chile y países seleccionados. CEPAL Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 71, 1-60.
- Concha M. y Szczeranski J.L. (1977). Técnica de muestreo de los residuos sólidos e investigación en relleno sanitario piloto. Departamento de Obras Civiles, Sección Ing. Sanitaria, Universidad de Chile. Publicación I-45, 197 pp.
- Díaz L.F. (2009). Options for improving solid waste management in economically developing countries. *Waste Manag.* 29, 1.
- Estevez P. (2003) *Management of Municipal Solid Waste in Santiago, Chile: Assessing Waste-to-Energy Possibilities*. M.S. Thesis. Department of Earth and Environmental Engineering, Fu Foundation School of Engineering and Applied Science, Columbia University, Nueva York, 32 pp.
- Garcés P. (1983) *Determinación del poder calorífico de los residuos sólidos urbanos y sus componentes*. Ingeniería Civil, Departamento de Obras Civiles, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 246 pp.
- GRS (2006). Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana. Grupo de Residuos Sólidos, Escuela de Ingeniería en Construc-

- ción, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile, 121 pp.
- INE (2004). Chile: estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad, regiones 1990-2000, urbana-rural. Instituto Nacional de Estadística, Chile, 164 pp.
- INE (2005). Chile: ciudades, pueblos, aldeas y caseríos. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile, 300 pp.
- Isamitt M. y Kayak J.C. (1979). Laboratorio para residuos sólidos e investigación en rellenos sanitarios. Departamento de Obras Civiles, Sección Ing. Sanitaria, Universidad de Chile. Publicación I-47, 194 pp.
- Katz R., González G. y Cienfuegos M.G. (2010). Análisis Costo-Beneficio en la normativa ambiental chilena bajo la Ley 19.300. *Estud. Públicos* 117, 6-20.
- MIDEPLAN y PNUD (2006). Las trayectorias del desarrollo humano en las comunas de Chile (1994-2003). Ministerio de Planificación de Chile y Desarrollo Humano del Programa de las Naciones. Serie Temas de Desarrollo Humano Sustentable, 11, 1-150.
- Orcosupa J. (2002) *Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socio-económicos, provincia de Santiago de Chile*. Magister en Planificación y Gestión Ambiental, Departamento de PostGrado y Postítulo, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 72 pp.
- Pinochet J. y Olivares R. (2011). Mafias de acopio de basura mantienen 76 vertederos ilegales en la Región Metropolitana, *Diario El Mercurio*, Nacional, C-10, 6 de junio de 2011.
- Pinto S. y Ramos A. (1990). *Determinación de las características, propiedades y composición a biodegradar en relleno "Lo Errázuriz"*. Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile, 207 pp.
- Ruungruangsakorn C. (2007) Residuos sólidos: aumentan en Santiago micro basurales y vertederos ilegales. *Ecoamérica* 68, 9-13.
- SEREMI RM (2011). Estadística de Residuos Sólidos Dispuestos en Rellenos Sanitarios Autorizados en la Región Metropolitana. Secretaría Regional Ministerial de Salud, Región Metropolitana. <http://www.seremisaludrm.cl/sitio/pag/residuos/indexjs3residuos001p.asp>. Fecha de consulta: julio 22, 2011
- SISyA (1995). Estudio de composición y proyección de residuos sólidos domiciliarios en la provincia de Santiago, Informe Gerencial. Sección de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Chile, 46 pp.
- SUBDERE (2011). Sistema Nacional de Información Municipal. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. <http://www.sinim.gov.cl/>. Fecha de consulta: Julio 22, 2011.
- Sufian M. A. y Bala B.K. (2006). Modeling of electrical energy recovery from urban solid waste system: The case of Dhaka city. *Renew. Energ.* 31, 1573-1580.
- UN (2001). Sustainable human settlements development and environmentally sound management of solid waste. United Nations, 6 pp.
- Vásquez O.C. y Alfaro M.D. (2011). Municipal solid waste management in Gran Santiago, Chile. A glance at the world. *Waste Manage* 31, 1074-1076.
- Zamorano M., Pérez I., Aguilar I. y Ramos A. (2007). Study of the energy potential of the biogas produced by an urban waste landfill in Southern Spain. *Renew Sust. Energy Rev.* 11, 909-922.