

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIO-AMBIENTAL Y ECONÓMICA
DEL RELLENO SANITARIO INGA BAJO**

Gilda G. Gallardo-Gallardo

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención
del título de Maestría en Gestión Ambiental

Quito

Julio del 2006

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Graduados**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIO-AMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL
RELLENO SANITARIO INGA BAJO**

Gilda G. Gallardo-Gallardo

Rodny Peñafiel, Ph.D.
Director de Tesis (firma)

Rodny Peñafiel, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Ricardo Crespo, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Esteban Lucero, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Hugo Valdebenito, Ph.D.
Decano Ciencias Biológicas y Ambientales (firma)

Víctor Viteri, Ph.D.
Decano del Colegio de Graduados (firma)

Quito, julio del 2006

© Derechos de autor
Gilda G. Gallardo-Gallardo
2006

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a Rodny Peñafiel, por la dirección de esta tesis y el apoyo brindado durante todo el proceso, sobretodo en la investigación de campo. A los miembros del Comité de Tesis, Ricardo Crespo y Esteban Lucero, quienes con sus propicias observaciones colaboraron en la culminación de este documento. A Stella de la Torre, por alentarme y ofrecerme su ayuda durante el transcurso de mis estudios. A mis profesores de Maestría, quienes con sus sabias enseñanzas supieron guiar el camino apropiado para culminar esta carrera. A mis compañeros, por el entusiasmo y con quienes compartimos inolvidables momentos.

A Antonio Castell, Asesor Técnico Ambiental de CORPCYS, quien me proporcionó todas las facilidades necesarias para poder recabar información pertinente durante la investigación de campo, a Carlos Marchán por su orientación durante los análisis químicos, y al personal técnico que colaboraron durante mi pasantía en el Relleno Sanitario Inga Bajo.

A Alfonso Gortaire, residente del Sector El Inga y Sr. Rivadeneira, residente del Sector de Barriotieta, quienes me proporcionaron información técnica y social de la zona del Inga. A Fabián Alquina, presidente de la Comarca del Inga de la Comunidad del Inga Bajo, y demás dirigentes, por los testimonios proporcionados sobre la convivencia en el sector y resoluciones de la comunidad con relación a la construcción del Relleno.

A Mauricio Silva, Gerente de EMASEO, Jaime Cabrera y Paúl Sevilla de la División de Estudios y Fiscalización, por la información técnica relacionada con la construcción y

funcionamiento del Relleno desde sus inicios; a Geovanna Polo, Jefe de Investigación y Desarrollo, por su ayuda oportuna durante los trámites para visitas e ingreso al Relleno; y a Francisco de la Torre por la información sobre planificación de rellenos sanitarios para el Distrito Metropolitano de Quito.

A Ricardo Zeller, Presidente de Alquimatec y a Andrés Tobar, por la explicación relacionada con el proyecto de captación de gases en el Botadero de Zábiza. A Saskya Lugo, por la información relacionada con los proyectos de compostaje en el país.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento y dedicación a mis padres, por su respaldo en todo momento.

RESUMEN

El Relleno Sanitario Inga Bajo RSIB, implementado en el 2003, es el primero que se ha construido dentro del Distrito Metropolitano de Quito después del cierre del Botadero de Zámbriza que operó por 25 años. Este estudio (iniciado en febrero del 2005 hasta junio del 2006) incluye una evaluación técnica, ambiental, social y económica del Relleno, considerando las disposiciones de ley dentro del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS. Entre ellas, el RSIB cuenta con un sistema de impermeabilización de fondo y captación de gases para minimizar la contaminación del suelo, agua y aire. En las 15 ha de superficie se depositaron hasta el 2005 1'366.115 ton de residuos, sirviendo a más de dos millones de habitantes, sin embargo, el rechazo de las poblaciones cercanas indica que aún existen debilidades en su funcionamiento. Este estudio incluyó el análisis de varios proyectos diseñados para disminuir el problema de la basura y plantea una sugerencia de separación de residuos orgánicos e inorgánicos para su tratamiento en Estaciones de Transferencia y Relleno Sanitario respectivamente. La experiencia del RSIB ha permitido enfocar acciones que permitan el mejoramiento de la Gestión de Residuos, y que sin un firme apoyo de la ciudadanía no contaremos con un adecuado servicio.

ABSTRACT

The Inga Bajo Sanitary Landfill -RSIB-, implemented in 2003, is the first one built within the Metropolitan District of Quito after the closing of Zambiza garbage dump that operated for 25 years. This study (begun in February, 2005 until June, 2006) includes a technical, environmental, social and economic evaluation of the landfill, considering the legal dispositions inside the Unified Text of Environmental Secondary Legislation-TULAS. Among them, the RSIB is provided with a system of ground waterproofing and gas reception to minimize the contamination of the soil, water and air; 1'366.115 tons of garbage was dumped over 15 hectares of surface by the year 2005, serving more than two million inhabitants. Nevertheless, the opposition of the nearby towns indicates that weaknesses still exist in this operation. This study included the analysis of several projects designed to diminish the problem of the garbage and proposes the idea of separation of organic and inorganic residues to be treated in the transfer stations and sanitary land filling, respectively.

The experience of the RSIB permits us to focus actions that allow the improvement of the Management of Residues, which without firm public support will not provide us with a suitable service.

4.1.1	Ubicación	20
4.1.2	Seguridad	21
4.1.3	Construcción y Capacidad de Almacenaje	22
4.1.4	Procedimiento Operacional	22
4.1.5	Piscinas de Lixiviados	23
4.1.6	Chimeneas	24
4.2	Aspectos Ambientales	25
4.2.1	Protección al Recurso Agua	26
4.2.1.1	Lixiviados	26
4.2.2	Protección al Recurso Aire	27
4.2.3.1	Gases	29
4.2.3.2	Olores	29
4.2.3.3	Ruido	30
4.2.3	Protección al Recurso Suelo	30
4.2.4	Monitoreo Ambiental	31
4.3	Aspectos Sociales	31
4.3.1	Participación Ciudadana	32
4.3.2	Posición de la Comunidad	32
4.3.3	Salud	34
4.3.4	Compensaciones	35
4.4	Aspectos Económicos	35
4.5	Proyectos Propuestos	36
4.5.1	Captación y Quema de Metano	37

4.5.2	Planta de Compresión de Residuos	37	
4.5.3	Reciclaje	38	
4.5.4	Compostaje	39	
4.5.5	Gestión Integral de Residuos	39	
	5	Discusión	40
5.1	Consideraciones Técnicas y Ambientales	42	
5.1.1	Área	43	
5.1.2	Vida Útil	43	
5.1.3	Ubicación	44	
5.1.4	Recirculación de Lixiviados	44	
5.1.5	Cobertura	45	
5.1.6	Captación de Gases	46	
5.2	Consideraciones Sociales	46	
5.3	Consideraciones Económicas	47	
5.4	Problemas Recurrentes	49	
5.5	Soluciones a Futuro	49	
6	Conclusiones	50	
7	Bibliografía	55	
8	Glosario	58	
9	Anexos	82	
		86	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cubeto para la confinación de desechos en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Julio del 2005.	63
Figura 2. Piscinas de lixiviados en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Julio del 2005.	63
Figura 3. Estación de pesaje en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Abril del 2006.	64
Figura 4. Área administrativa e instalaciones de Fundación Natura para la incineración de desechos hospitalarios en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	64
Figura 5. Área para análisis de lixiviados en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	64
Figura 6. Caseta de vigilancia a la entrada del Relleno Sanitario Inga Bajo. Abril del 2006.	65
Figura 7. Estacionamiento del Relleno Sanitario Inga Bajo y señalización de seguridad industrial. Abril del 2006.	65
Figura 8. Visitantes en el Relleno Sanitario Inga Bajo provistos de mascarilla y casco de protección. Abril del 2006.	65
Figura 9. Tarjeta de Visitante, entregada a personas particulares que ingresan al Relleno Sanitario Inga Bajo. Abril del 2006.	66
Figura 10. Excavación de cubeto en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	66
Figura 11. Rollos de geomembrana utilizados en el Relleno Sanitario Inga Bajo para impermeabilización de cubetos. Noviembre del 2005.	66
Figura 12. Sistema de drenaje de lixiviados desde los cubetos a un tanque de	

recolección en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Secuencia A-D. Noviembre del 2005.	68
Figura 13. Tubería perforada dispuesta a manera de chimenea en uno de los cuentros del Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	68
Figura 14. Residuos depositados en un cubeto del Relleno Sanitario Inga Bajo. A. Tracto-camión colocando la basura mediante su sistema de elevación. Abril del 2006. B. Excavadora retirando los desechos de un tracto-camión. Julio del 2005	69
Figura 15. Compactador apisonando los desechos en el Relleno Sanitario Inga Bajo. A. Julio del 2005, B. Abril del 2006.	69
Figura 16. Excavadora depositando una capa de tierra sobre los residuos en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Abril del 2006.	70
Figura 17. Diagrama del procedimiento operacional en el Relleno Sanitario Inga Bajo.	70
Figura 18. Piscinas en el Relleno Sanitario Inga Bajo para el tratamiento de lixiviados. Abril del 2006.	72
Figura 19. Recirculación de lixiviados hacia un cubeto en el Relleno Sanitario Inga Bajo. A. Mediante una manguera y una bomba se lleva el lixiviado de las piscinas hacia el cubeto. B. La manguera llega hacia un orificio en el cubeto. C. Orificio por donde ingresa el lixiviado de las piscinas. Noviembre del 2005.	73
Figura 20. Planta de Tratamiento de Lixiviados en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Abril del 2006.	74
Figura 21: Chimenea para emanación de gases emitidos en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Julio del 2005.	74
Figura 22. Filtración de lixiviados procedentes de un cubeto en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	75

Figura 23. Filtración de lixiviados a través de una chimenea en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	75
Figura 24. Rebose de lixiviados en el tanque de recolección en el Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	75
Figura 25. Análisis de lixiviados realizados en seis sitios del Relleno Sanitario Inga Bajo.	76
Figura 26. Medición de ruido, cerca a una bomba para extracción de lixiviados en una de las piscinas del Relleno Sanitario Inga Bajo. Noviembre del 2005.	77
Figura 27. Monitoreo de moscas en el Relleno Sanitario Inga Bajo. A. Trampa localizada cerca de tanque de recolección de lixiviados. B. Trampa colocada cerca de vía interna. Noviembre del 2005.	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Generación y recolección de residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito en los últimos tres años.	78
Tabla 2.- Comparación de aspectos técnicos entre el Relleno Sanitario Inga Bajo en Quito y el Relleno Sanitario Pichacay en Cuenca.	78
Tabla 3. Demanda Química de Oxígeno (mg/l) obtenido en dos piscinas de lixiviados en el Relleno Sanitario Inga Bajo durante 2003 y 2005.	79
Tabla 4. Emisiones de la flota vehicular que deposita los residuos sólidos en el Relleno Sanitario Inga Bajo.	79
Tabla 5.- Consideraciones para la implementación de un Relleno Sanitario en el Distrito Metropolitano de Quito.	80

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa del Distrito Metropolitano de Quito incluyendo la ciudad de Quito y las 33 parroquias aledañas.	85
Anexo 2. Personas con quienes se realizaron las entrevistas para el presente estudio.	86
Anexo 3. Ciclo del Proyecto para la obtención de los Certificados de Reducción de Emisiones.	87

INTRODUCCIÓN

La disposición de residuos en rellenos es actualmente el procedimiento más frecuente de manejo en el mundo, aunque la mayoría de los calificados como rellenos sanitarios no cumplen las especificaciones técnicas requeridas para la protección del ambiente (Acurio *et al.*, 1997; Scott *et al.*, 2005). Esta práctica ha ido optimizándose en el tiempo sobretodo en el aspecto técnico, por el aumento y variedad de desechos que se van generando y a la preocupación ciudadana que es conciente del potencial deterioro al ambiente. Inicialmente los rellenos eran pequeños y superficiales en donde predominaba la degradación aerobia, pues los desperdicios eran colocados sin ser apisonados; en la actualidad los desechos se colocan en grandes y profundas celdas donde son compactados y su degradación ocurre mediante procesos anaerobios (Scott *et al.*, 2005).

Un relleno sanitario es definido en la legislación ecuatoriana como una técnica para la disposición de desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al ambiente, ni molestia o peligro para la salud y seguridad pública. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos sólidos en un área pequeña, reduciendo su volumen al mínimo para luego cubrirlos con una capa de tierra, por lo menos al fin de cada jornada (TULAS, 2003).

PLANIFICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

En 1992 ya se trató de implementar en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) su primer Relleno Sanitario, inicialmente en la zona de El Cabuyal, ubicado en la Parroquia San Antonio, a 9 km del monumento de la Mitad del Mundo. Esta obra, gestionada por el entonces Alcalde Sr. Rodrigo Paz, tuvo una planificación de vida útil para 50 años; pero no se la ejecutó principalmente por la oposición de los moradores del sector (Acta 11, 2003).

En el 2000, la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) seleccionó a la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), entre varias instituciones y empresas solicitantes, para que realizara estudios técnicos, y determinara un lugar adecuado en el DMQ para la construcción de un relleno sanitario; la ESPOL en 1990 efectuó similares estudios para el relleno sanitario de Guayaquil en el sector de Las Iguanas, donde se depositan a diario 1.700 toneladas de basura (ESPOL, 2003). El estudio realizado por la ESPOL, que contó con la participación de 21 ingenieros ecuatorianos y tres expertos de nacionalidad alemana, determinó a Oyacoto, ubicado en la parroquia de Calderón (Anexo 1), específicamente en el sector de Jalonguilla,

sitio idóneo para dicha construcción, con la ventaja de que este sitio ya contaba con una vía de acceso construida por el Concejo Metropolitano (ESPOL, 2003; Ortiz, 2004).

Después de dos años del estudio, y a pesar de que el Municipio del DMQ aprobó a Jalonguilla como zona para la disposición final de desechos, esta obra no se construyó por no contar con apoyo político, ni con la aprobación de las comunidades indígenas de Llano Grande, La Capilla, Ñaupa Carapungo, Oyacoto y Barrio Landázuri, de la parroquia de Calderón, quienes marcharon en abril y mayo del 2002 en protesta por el impacto ambiental y socio-cultural del proyecto (Tasiguano, 2002; De la Torre, 2003; Ortiz, 2004).

Luego de declarar desierto el proceso de licitación pública internacional para la operación del Relleno Sanitario en Jalonguilla, el Municipio del DMQ solicitó al Gobierno Nacional se declare en emergencia sanitaria al DMQ, y mediante Decreto Ejecutivo del 14 de agosto del 2002 se hizo efectiva esta solicitud (EMASEO, 2002a). Adicionalmente a la oposición que generó el establecimiento del relleno sanitario, otro hecho que retrasó su construcción estuvo ligado a la incapacidad de EMASEO en la adquisición de maquinaria moderna que se requería para el funcionamiento del nuevo relleno, debido a la inexistencia de un plan de adquisiciones dentro del presupuesto para el 2003 (Blanco y Negro, 2004).

EMASEO, mediante un Boletín Informativo del 31 de diciembre del 2002, informó que a partir de enero del 2003 entraría en operación el Relleno Sanitario denominado Complejo Industrial Sanitario El Inga, sobre la base de la Ordenanza N. 005 del 21 de diciembre del 2001, aprobada por el Concejo Metropolitano. Dentro de la primera etapa de este proyecto, se

hizo constar la operación técnica y ambiental del relleno por el lapso de 12 meses, y como segunda etapa el diseño y construcción de una Planta de Aprovechamiento de los residuos inorgánicos, además de la transformación de materia orgánica en compost (EMASEO, 2002a), esta segunda fase no se llegó a realizar.

A fines del 2002, EMASEO determinó que la empresa Consorcio de Construcciones y Servicios S.A. (CORPCYS), que ya había trabajado para EMASEO en Jalanguilla, se hiciera cargo de abrir y mantener el nuevo relleno sanitario del DMQ, ubicado en la parroquia Pintag, a 44 km al sureste de Quito, en el sector del Inga Bajo (Ortiz, 2004). Previamente a esto, se realizaron varias reuniones entre el Municipio del DMQ y la Comunidad del Inga Bajo, enviando ésta última en noviembre del 2002 la aceptación del proyecto del Relleno Sanitario Inga Bajo (RSIB) mediante un oficio dirigido al Alcalde del DMQ Gral. Paco Moncayo (El Inga Bajo, 2002).

EL RELLENO SANITARIO INGA BAJO

Por 25 años, la disposición final de los residuos sólidos generados en el DMQ se realizó en el Botadero de Zámbara (EMASEO, 2006a); en donde básicamente los desechos se enterraban sin consideraciones ambientales, pues no contó con la impermeabilización del sitio de disposición, ni tratamiento de lixiviados, ni con la implementación de chimeneas para la captación de gases (Ortiz, 2004). A finales del 2002 se iniciaron las labores para su cierre técnico y la implementación del RSIB.

El 23 de diciembre del 2002, EMASEO solicitó al Ministerio del Ambiente (MAE) la licencia provisional para la construcción y operación del RSIB, y el 30 del mismo mes recibió una autorización temporal y de carácter emergente para la operación del nuevo relleno sanitario del DMQ. En enero del 2003 fue entregado el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) al MAE, y en febrero el Municipio remitió un resumen del proceso de negociación y concertación mantenido con la Comunidad del Inga (Ministerio del Ambiente, 2003).

A partir de marzo del 2003 EMASEO envió al MAE varios requerimientos solicitados por el Ministerio para la aprobación del EIA, entre ellos: fichas de monitoreo ambiental, puntos de muestreo, lista de laboratorios donde se realizarían análisis físico químicos, plan de contingencias y seguridad industrial, y el sistema de tratamiento de lixiviados. Posteriormente en mayo del 2003 el Ministerio aprobó el EIA y otorgó la licencia ambiental para la operación del RSIB (Ministerio del Ambiente, 2003).

CORPCYS, parte del conjunto de empresas que conforman el grupo financiero de la DINE (Dirección de Industrias del Ejército), en agosto del 2003 se comprometió, mediante contrato con EMASEO, a la prestación de servicios para el manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos en el RSIB, con un plazo de ejecución de 18 meses (hasta febrero del 2005) y seguido a este se presentó una petición por parte de EMASEO para que continúe con sus servicios, por un tiempo adicional hasta la firma de un nuevo contrato, a lo que CORPCYS aceptó (EMASEO, 2005; CORPCYS, 2005).

En abril del 2005, mediante Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Corporación de Salud Ambiental de Quito (Vida para Quito), el Municipio del DMQ y EMASEO, la Corporación asumió la competencia para administrar el proceso de disposición de los desechos sólidos del DMQ (Vida para Quito, 2005). Desde el 2003 al 2005 la fiscalización del RSIB estuvo a cargo de EMASEO, pero desde julio del 2005 ha sido llevada por Vida para Quito (El Comercio, 2006).

En julio del 2005 CORPCYS se comprometió, mediante contrato con Vida para Quito, en prestar sus servicios para el manejo y transporte de los residuos sólidos desde la Estación de Transferencia 2 en Zámbriza (ET2) hacia el RSIB, y la disposición final de los desechos sólidos, además del mantenimiento de éste relleno después de su clausura. Este contrato tiene un plazo de un año, es decir vence en julio del 2006 (Vida para Quito, 2005).

NUEVOS RELLENOS

La Licencia Ambiental para el proyecto RSIB, otorgada por el Ministerio del Ambiente a EMASEO en mayo del 2003, obligaba a EMASEO realizar los estudios técnicos necesarios para determinar el sitio de disposición final de residuos sólidos una vez que termine la vida útil del RSIB, indicado para 18 meses, es decir en noviembre del 2004. En este año EMASEO indicó dos lugares para la construcción de rellenos, uno fue Oyacoto, en la parroquia de Calderón, y el otro en la parroquia de Lloa (EMASEO, 2004; Anexo 1), pero en la actualidad se ha determinado que el nuevo relleno para el DMQ se construirá cercano al actual RSIB.

En febrero del 2006 las empresas ILM-Las Iguanas de Guayaquil y CORPCYS presentaron sus respectivas ofertas a Vida para Quito para la implementación de un segundo relleno sanitario. Aún la Corporación no ha aceptado ninguna de las propuestas, no obstante, si es adjudicada a CORPCYS, esta empresa adquirirá 40 ha cercanas al RSIB para la construcción de cubetos adicionales (Lucero com. pers.). El cierre para el RSIB está planificado para julio del 2006, y se ha considerado un valor de US 70 millones de dólares para la operación del nuevo relleno, el cual tendría una vida útil de 15 años (El Comercio, 2006).

Es necesario que la implementación de nuevos rellenos sea planificado según la normativa de la legislación ambiental vigente y dado a conocer a la ciudadanía, a más de hacerlos partícipes para mejorar la gestión de residuos sólidos en el DMQ.

OBJETIVOS

El objetivo general del estudio es evaluar los aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos del Relleno Sanitario Inga Bajo.

Los objetivos específicos son:

- **Verificar el cumplimiento de las Normas Generales para la Disposición de los Desechos Sólidos No Peligrosos, expresadas en el TULAS, con respecto a los aspectos técnicos, ambientales y sociales del RSIB.**
- **Realizar una evaluación económica relacionada con la disposición de los desechos en el RSIB.**
- **Analizar varias propuestas realizadas para el manejo y aprovechamiento de desechos sólidos en el DMQ.**
- **Comparar los aspectos técnicos del RSIB con otro relleno implementado en el país.**

- **A partir de la evaluación realizada en el RSIB, determinar aspectos técnicos para la construcción de nuevos rellenos en el DMQ, y sugerir acciones que podrían mejorar la Gestión de Residuos en el DMQ.**

MARCO TEÓRICO

Los desechos orgánicos al ser vertidos por asentamientos humanos primitivos, en forma dispersa y en cantidades pequeñas, no constituyeron un problema ambiental ya que eran productos de fácil y rápida degradación biológica. Desde la revolución industrial en el siglo XVIII y con la concentración urbana, se ha evidenciado un gran incremento en la generación y tipo de residuos (Alkalay y Szantó, 1995; Waste, 2006), simultáneamente con dificultades para su disposición final. En Europa, durante la Edad Media, los desechos eran tirados en calles y terrenos desocupados, lo que condujo a la proliferación de plagas como las ratas, y con ellas la propagación de enfermedades mortales como la peste. Las medidas de control en salud pública se convirtieron en una atención vital en el siglo XIX, y desde esta época se empezó a recolectar y disponer en forma sanitaria los desechos (Alkalay y Szantó, 1995).

Los desechos son cualquier tipo de producto residual, resto, residuo o basura no peligrosa, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no. Como desechos sólidos se denominan a todo sólido no peligroso, putrescible o no, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, entre otros (TULAS, 2003).

En las últimas décadas se han desarrollado varias modalidades para su disposición final, y cada país las ha adoptado según sus necesidades. Por ejemplo en Costa Rica, los tratamientos utilizados son: eliminación in situ (los desechos son triturados y eliminados por el sistema de alcantarillado), depósito a cielo abierto (sistema de amplio uso que conlleva la contaminación

de aguas subterráneas y contaminación atmosférica), incineración (genera contaminación del aire), y relleno sanitario (técnica en la cual diariamente los desechos sólidos se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren empleando maquinaria). En Francia, según la permeabilidad del terreno, se han establecido tres tipos de lugares para disponer los desechos según su grado de contaminación: uno corresponde a una tierra impermeable, el segundo es de permeabilidad limitada, y el tercero es completamente permeable (Circular Ministerial, 22 de enero de 1980). Igualmente en Italia se establecen categorías y subcategorías de desechos de acuerdo a su naturaleza, que se consideran para su disposición final (UICN, 2005).

La implementación de rellenos ha permitido confinar los desechos en áreas lo más pequeñas posible (ASCE, 1969). No obstante, existen problemas a corto plazo que un relleno puede generar a poblados cercanos, como: malos olores, polvo, residuos, ruido, impacto visual, aumento de vectores, disminución del valor de la propiedad de la tierra, entre otros (De la Torre, 2003); aparte, se han identificado 22 enfermedades asociadas con la gestión de residuos (Hanks, 1967). Entre las enfermedades referidas a vectores que se desarrollan en lugares con un inadecuado manejo de desechos sólidos tenemos: la leptospirosis (por efecto de las ratas); fiebre tifoidea, salmonelosis, cólera, amebiasis, disentería, giardiasis (por moscas); malaria, leishmaniasis, fiebre amarilla, dengue, filariosis (por mosquitos) y toxoplasmosis (por aves) (BID, 1997). Otros malestares que también pueden presentarse en los humanos tienen relación con infecciones respiratorias, infecciones gastrointestinales, afecciones de la piel y desnutrición o deshidratación por efecto de parásitos. Adicionalmente, personas que viven en un radio de 1,5 km alrededor de un relleno que contiene sustancias tóxicas, tienen un alto

riesgo de contraer cáncer, trastornos neurotóxicos o malformaciones congénitas (Lybarger *et al.*, 1993).

GESTIÓN DE RESIDUOS EN ECUADOR

La Gestión de los Residuos en Ecuador inició en los 70's, a través del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), adscrito al Ministerio de Salud Pública, que fue competente para la gestión del sector de agua potable y saneamiento, dentro del cual se incluyó la gestión de residuos sólidos. A partir del acuerdo multinacional de Chile en 1974 se realizaron estudios sobre generación de desechos y cobertura del servicio en el ámbito nacional. Se evaluaron 14 ciudades de las regiones costa y sierra, reportándose a la sierra como la región de mayor cobertura de recolección (superior al 70 %) que la costa (inferior al 40 %). En 1976 se expidió la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que otorgó al IEOS entre otras competencias la de prevenir y controlar la contaminación producida por los desechos sólidos. Entre los años 1989 y 1990 se registró, en términos de producción, que la recolección de residuos sólidos cubría tan sólo 53 % (1.109,8 ton de las 2.074 ton) de los generados diariamente en las cabeceras cantonales, lo que hace suponer que el resto eran arrojados a quebradas, ríos, terrenos baldíos o mares (OPS/OMS, 2002).

En los años 90, como parte del Programa de Fortalecimiento Municipal, el Banco del Estado realizó múltiples estudios de residuos sólidos e intervenciones de implantación de estudios en cuanto a rutas y rellenos sanitarios, siendo los más exitosos los Rellenos de Loja y Tulcán. Por otro lado, la Municipalidad de Quito puso en vigencia el cobro de la tasa de recolección del 10 % sobre el consumo eléctrico para financiar el servicio de recolección, el cual se institucionalizó posteriormente a escala nacional. En esta misma década, El IEOS trabajó en la

reglamentación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, expidiendo el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al recurso suelo (Registro Oficial No. 989, del 30 de julio de 1992) y el Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos (Registro Oficial No. 991, del 3 de agosto de 1992). La mayor parte de esta Ley fue derogada en julio de 1999 con la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (OPS/OMS, 2002).

Entre 1994 y 1999, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) impulsó la construcción de rellenos sanitarios en 10 municipios pequeños y medianos. En este mismo período, el Municipio de Quito realizó su Plan Maestro que llevó a crear la primera Empresa Municipal de Aseo del país, EMASEO. Seguidamente, el Municipio de Guayaquil concesionó el servicio de aseo urbano e inauguró el relleno sanitario denominado “Las Iguanas”. Más tarde, el IEOS fue disuelto y su competencia y personal técnico fue asumida por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda (MIDUVI). En 1999 se realizó una evaluación nacional de los servicios de agua potable, alcantarillado y desechos sólidos. Este estudio indicó que el 49,1 % (6'046.900 habitantes) de la población contaba con el servicio de aseo (OPS/OMS, 2002).

En el 2000 el MIDUVI, en colaboración con la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), realizó un análisis del marco jurídico e institucional relacionado con el manejo de los desechos sólidos, con objeto de plantear acciones y estrategias para un reordenamiento del sector, configurándose un Comité Interministerial para el Manejo y Gestión de Residuos Sólidos en Ecuador (CIGER) (OPS/OMS, 2002). Este Organismo, en le 2001, identificó los compromisos

que cada Ministerio debía desarrollar, basándose en un Análisis Sectorial para el Fortalecimiento de la Gestión del Manejo de los Residuos Sólidos en Ecuador, en el cual el Ministerio del Ambiente estaba a cargo del monitoreo y control de sitios de disposición final, el MIDUVI de formular y dar asistencia a las municipalidades en la aplicación de modelos de gestión para este propósito (tarifas, procedimientos, tecnologías y participación de terceros) y el Ministerio de Salud de brindar asistencia permanente a las comunidades rurales para el manejo sanitario de sus residuos (CIGER, 2001). Para el 2002 el 18 % de los municipios implementaron rellenos sanitarios para la disposición de los residuos, mientras que los botaderos a cielo abierto fueron la práctica común en el país (OPS/OMS, 2002).

En la actualidad el país cuenta con tres grandes rellenos sanitarios: Las Iguanas en Guayaquil, Pichacay en Cuenca y el Inga Bajo en Quito; adicionalmente la municipalidad de Loja presenta un apropiado manejo de residuos que la hizo merecedora de un reconocimiento internacional en el 2002 sobre buenas prácticas (Habitat, 2002; Fundación Natura, 2003).

NORMAS PARA LA DISPOSICIÓN DE DESECHOS

Mediante Decreto Ejecutivo No. 2824 publicado en el Registro Oficial No. 623 de 22 de julio del 2002 se conformó la Comisión Jurídica de Depuración Normativa que expidió un Decreto Ejecutivo unificando la legislación secundaria ambiental, el TULAS, eliminando anteriores decretos, acuerdos, resoluciones que contenían disposiciones anacrónicas o inconstitucionales. Dentro de este Texto constan las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador (TULAS, 2003).

En el Marco Legal e Institucional para la Gestión de Desechos en el Ecuador, específicamente en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental se indica que toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, consentimiento informado previo, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, conservación de recursos en general, minimización de desechos, uso de tecnologías más limpias y tecnologías alternativas ambientalmente responsables, respeto a las culturas, prácticas tradicionales y posesiones ancestrales (TULAS LibroVI, 2003).

El TULAS, en el Anexo 6 del Libro VI, contiene las Normas Generales para la Disposición de los Desechos Sólidos No Peligrosos, las cuales indican que:

- Un relleno sanitario deberá contar con un diseño y manejo técnico para evitar problemas de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales, del aire, los alimentos y del suelo mismo.
- Los municipios deben expedir las regulaciones técnicas necesarias para el manejo y disposición sanitaria de los desechos sólidos no peligrosos en el relleno sanitario.
- Entre los requisitos mínimos que debe cumplir el sitio de disposición se menciona: la distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m, el tiempo de vida útil debe ser por lo menos 10 años, el relleno sanitario deberá poseer cerramiento adecuado, rótulos y avisos que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollan; debe contar con servicios mínimos de suministro de agua, energía eléctrica,

línea telefónica; los desechos sólidos no peligrosos deben ser colocados y cubiertos adecuadamente; la captación y evacuación de los gases generados al interior del relleno sanitario debe realizarse a través de chimeneas, el relleno sanitario en operación debe ser inspeccionado regularmente por la entidad ambiental de control correspondiente, entre otros.

- Entre las operaciones desarrolladas en el relleno se deben considerar: el control y registro del ingreso de desechos sólidos no peligrosos, el control de gases y lixiviados generados en el relleno, así como las aguas lluvias; el control de vectores y roedores, la prohibición de la quema de desecho sólidos en el área y alrededores del relleno sanitario.
- Se debe realizar el monitoreo de varios parámetros de significación sanitaria en los lixiviados (alcalinidad, cianuros, calcio, cloruros, cobre, componentes orgánicos, conductancia específica, cromo total, DBO₅, DQO, dureza, fósforo total, nitrógeno total, pH, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sulfatos, temperatura entre otros) y las concentraciones de los contaminantes máximos serán determinadas por los municipios.

SITUACIÓN EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

En el DMQ la empresa encargada del aseo de la ciudad es EMASEO, entidad integrada al Municipio del DMQ y dotada de autonomía financiera y administrativa. Esta Empresa tiene como objetivo cumplir los procesos de recolección y disposición de los residuos generados en la ciudad de Quito y 33 parroquias aledañas (Ortega, 2003; Hoy Online, 2006).

Antes del 2003 la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos estuvo a cargo de EMASEO y muchas pequeñas empresas, las cuales no realizaban un eficiente trabajo de recolección. A partir de este año, y con la incorporación de capitales privados, el servicio de recolección fue

concesionado para las zonas centro y sur de la ciudad, quedando las zonas norte y los valles a cargo de EMASEO. El consorcio Quito Limpio S.A, de capitales ecuatorianos y canadienses, firmó un contrato con EMASEO para hacerse cargo de las zonas centro y sur de la ciudad, entrando en operación en agosto del 2003 (Ortiz, 2004).

Hasta el 2005 los servicios de Recolección y Barrido eran desarrollados en un 57 % por EMASEO y el 43 % por la empresa Quito Limpio, pero actualmente existe otra empresa (Colinas del Norte) que también realiza esta operación en la zona norte de la ciudad. Actualmente la Transferencia lo realiza EMASEO en un 51 %, y CORPCYS en un 49 %; y el 100 % de la Disposición Final lo realiza CORPCYS (Ortega, 2003).

Al presente, como parte del Plan de Gobierno 2005-2009, el Municipio del DMQ ha puesto en marcha un Sistema de Gestión Ambiental con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida para los ciudadanos. Entre las principales estrategias de dicho Plan está el de desarrollar e implementar un manejo integral de residuos, y una práctica común y sostenida de reciclaje. Como acciones prioritarias relacionadas con el recurso suelo, se señala la creación de: un Sistema de Gestión Ambiental Integral para los residuos sólidos, un Sistema integrado de residuos sólidos urbanos, especiales, hospitalarios y peligrosos, y de un Relleno Sanitario diferenciado (DMQ, 2005).

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos planteados, se tomaron en consideración las Normas Generales para la Disposición de los Desechos Sólidos No Peligrosos (Sección 2.2) indicados en el Anexo 6 del Libro VI del TULAS (TULAS, 2003), como documento base para la evaluación general de este estudio.

Se accedió a tres fuentes de investigación para el desarrollo de este trabajo. La primera se basó en entrevistas a instituciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos en el DMQ (EMASEO, CORPCYS, Vida para Quito) y comunidades ubicadas cerca al Relleno (Inga Alto, Inga Bajo, Barrotieta, Santa Ana, Centro de Salud La Merced; Anexo 2); cuyos representantes colaboraron facilitando información tanto escrita como oral de aspectos técnicos, socio-ambientales y económicos de la gestión desarrollada antes y durante el funcionamiento del RSIB. La segunda fuente correspondió a recopilación bibliográfica, y la tercera se obtuvo mediante una pasantía realizada en el área de laboratorio del RSIB, en colaboración con el personal de CORPCYS.

EVALUACIÓN TÉCNICA

Mediante visitas efectuadas al RSIB desde julio del 2005 a marzo del 2006, y entrevistas al personal de EMASEO, CORPCYS y Vida para Quito se recabó información sobre aspectos técnicos del Relleno, como: características del lugar en que fue implementado el relleno (tipo de suelo, precipitación en el área, distancia a las comunidades más cercanas), número de cubetos construidos, capacidad de los mismos, parámetros de seguridad para su construcción, operación (características de sistemas de impermeabilización, drenaje de lixiviados,

implementación de chimeneas), número de piscinas para tratamiento de lixiviados, maquinaria necesaria para el proceso de disposición final, y su personal técnico (Sección 4.1).

Adicionalmente se realizó una comparación de los aspectos técnicos del RSIB con el Relleno de Pichacay en Cuenca. Aunque ambos rellenos no son comparables en varios aspectos, fue importante la comparación para efectos de discusión (Sección 5.1).

EVALUACIÓN SOCIO-AMBIENTAL

Para evaluar el aspecto social del RSIB se consideraron los requerimientos que constan dentro del Artículo 20 del Libro VI del TULAS (TULAS, 2003) sobre Participación Ciudadana, en el cual constan: Momentos de Participación (durante la realización de los Términos de Referencia y previo a la presentación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto RSIB), Mecanismos de Participación (reuniones, talleres, centros de información pública, audiencia pública, página web, foros, mesas de diálogo sobre el Proyecto RSIB) y Recepción y Recolección de Criterios (actas, memorias, formularios, correos).

Para conocer el cumplimiento de estos requerimientos se mantuvieron entrevistas con dirigentes y habitantes de las comunidades ubicados en el área de influencia del RSIB (Anexo 2). La información recabada se relacionó con el nivel de participación que los pobladores tuvieron durante el funcionamiento del Relleno. Se analizaron algunos convenios y acuerdos a los que llegaron las autoridades municipales y dirigentes de las comunidades sobre la implementación del RSIB. También se investigaron las afecciones que los pobladores han

presentado desde la implementación del Relleno en el Inga Bajo, mediante visitas a un Centro de Salud cercano.

Para evaluar el aspecto ambiental se consideraron las Normas Generales para la Disposición de los Desechos Sólidos No Peligrosos del TULAS (Sección 2.2), y se realizaron investigaciones sobre el Programa de Monitoreo Ambiental que se realiza en el RSIB, incluyendo el control de plagas, control de olores, control de ruido, tratamiento de lixiviados y gases emitidos.

Para el análisis de lixiviados, los parámetros registrados en el laboratorio instalado en el RSIB, fueron: demanda química de oxígeno (DQO), pH y conductividad. Los equipos utilizados para el análisis fueron: un espectrofotómetro que constaba de dos instrumentos, el Spectroquant Nova 60 – Merck para el análisis de las muestras y el Spectroquant TR 320 – Merck para la preparación de las muestras; además se utilizó un medidor de pH Inolab pH WTW y medidor de conductividad. Los datos de DQO obtenidos durante el estudio fueron comparados con los obtenidos en el 2003, para evaluar el tratamiento realizado hasta entonces. Para tomar las muestras de lixiviados se utilizó un balde grande de plástico (capacidad 10 galones) el cual era arrojado por cinco ocasiones antes de tomar la muestra, con la finalidad de tener una muestra homogénea o representativa. La quinta vez que se arrojaba el balde se tomaba la muestra en un frasco de ½ litro de capacidad para el análisis. Las muestras fueron tomadas en siete sitios: en cinco piscinas para el tratamiento de lixiviados, en el tanque de recolección proveniente de los cubetos 1-2 y 3, y el tanque de recolección del cubeto 4.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este ítem fue el más difícil de analizar, puesto que las empresas encargadas del servicio no facilitaron información económica sobre los procesos relacionados con la recolección, transporte y confinamiento de los desechos. Sin embargo, por lo debatido del tema en la actualidad y gracias a entrevistas realizadas por medios públicos al personal de EMASEO se obtuvieron datos importantes sobre los montos que genera este servicio, los mismos que en lo posible fueron desglosados.

RESULTADOS

A partir de febrero del 2005 inició la investigación para evaluar al RSIB en los diferentes aspectos que se detallan posteriormente (aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos). El personal entrevistado de EMASEO y de Vida para Quito pertenecía tanto al área de fiscalización en el Relleno, como al área administrativa en las oficinas centrales. Las entrevistas a dirigentes de la Comarca del Inga (representantes de las Comunidades del Inga Bajo, Inga Alto, Barrotieta, Santa Ana) se realizaron durante reuniones mantenidas en el Inga Bajo. Entrevistas personales se realizaron con habitantes de comunidades ubicadas en el área de influencia directa del RSIB. Adicionalmente se visitó el Centro de Salud La Merced para registrar el número de personas que presentaron síntomas que podían ser relacionados al manejo en el RSIB (dolor de cabeza, vómito, mareos).

Los cambios internos de personal ejecutados en el RSIB, sobretodo en el personal de fiscalización (EMASEO hasta inicios del 2005 y Vida para Quito desde julio del mismo año) retrasó el trabajo de análisis en el laboratorio del RSIB, ya que tomo varias semanas la adquisición de permisos para el ingreso al RSIB, incluyendo el envío de oficios a las autoridades competentes, recepción, aceptación para ingresar al Relleno y finalmente coordinación con el personal que trabajaba en del RSIB. Los análisis de lixiviados realizados en el laboratorio del RSIB en colaboración con personal de CORPCYS se realizó durante cinco semanas (agosto y septiembre del 2005).

ASPECTOS TÉCNICOS

El RSIB ocupa un área de 15 ha, en donde se han excavado celdas (cubetos) para el depósito de los residuos sólidos (Figura 1) y piscinas para el tratamiento de lixiviados (Figura 2). Además, cuenta con una báscula electrónica para el pesaje de los tracto-camiones y bañeras que ingresan con los desechos (Figura 3), un área administrativa, un área para el procesamiento de desechos hospitalarios a cargo de Fundación Natura (Figura 4), un laboratorio para el análisis de lixiviados (Figura 5), una caseta de vigilancia a la entrada del Relleno (Figura 6) y bodegas de almacenamiento. Posee un amplia vía interna (Figura 2), un estacionamiento para vehículos y letreros de señalización de seguridad industrial (Figura 7). Cuenta con servicio de energía eléctrica, pero no de agua potable, ni línea telefónica.

Como parte del equipo de trabajo en el RSIB laboran 60 obreros y 15 técnicos, en los que constan ingenieros de CORPCYS, fiscalizadores, personal de seguridad y volqueteros, incluyendo a cinco pobladores de las comunidades aledañas.

Ubicación

La ubicación del RSIB tiene varias ventajas, las cuales han sido destacadas durante su funcionamiento, como el ocupar un área donde el suelo es limo arenoso con una alta impermeabilidad (coeficiente K entre 4×10^{-8} y 6×10^{-8} cm/s) (De la Torre, 2003), además, el índice de precipitación en la zona es bajo (para el año 2004 la precipitación fue 797 mm, con un promedio mensual de 66,4 mm; INAMHI, 2004), lo que en cierta medida ha contribuido a una baja percolación de lixiviados. Adicionalmente, el área es considerada de alta intervención, ya que se encuentran industrias de alto impacto como: una envasadora de gas,

una planta incineradora de productos farmacéuticos caducados (Incinerox) y una planta de asfalto (Riascos y Riascos).

Seguridad

En el RSIB se siguen varias normas de seguridad industrial para evitar accidentes al personal que allí labora, entre ellas: todo el personal debe utilizar casco de protección, gafas, mascarilla, guantes, zapatos de seguridad y un overol (traje Tyvek®). Cualquier persona particular que ingresa al Relleno debe presentar una autorización firmada por un representante de Vida para Quito (desde que esta Corporación está encargada de la Fiscalización del RSIB), y a ellas se les facilita en el Relleno un casco y mascarilla (Figura 8), además, una tarjeta de visitante donde constan varias recomendaciones (Figura 9).

Construcción y Capacidad de Almacenaje

Desde enero del 2003 hasta la fecha se han excavado cuatro cubetos en el RSIB (Vida para Quito considera cinco cubetos, pero técnicamente éste es una extensión del cubeto 4). La construcción de un cubeto toma aproximadamente un mes, durante el cual se realiza en síntesis la excavación (Figura 10), colocación de geomembrana de polietileno (Figura 11), instalación de drenaje para los lixiviados (Figura 12) y ubicación de tubería perforada con material de soporte a los lados, que constituirán las chimeneas (Figura 13) para la posterior eliminación de los gases generados en la descomposición de los residuos que se confinan en los cubetos.

No todos los cubetos tuvieron el mismo patrón de construcción, ni capacidad de almacenaje. Los tres primeros cubetos se elaboraron en una planicie, mientras que el cuarto se lo realizó en una ladera. El cubeto 1 tuvo un período de almacenamiento de un año, y en él se depositaron 300.000 toneladas de desechos. La construcción del segundo cubeto, que se realizó en enero del 2003, tuvo una fase de funcionamiento de siete meses; el tercer cubeto, que inició su funcionamiento en octubre del 2003, operó por 10 meses; en enero del 2006 se construyó el cuarto cubeto, previéndose un tiempo de seis meses para completar su capacidad, con aproximadamente 216.000 ton de desechos. Este último cubeto tiene una altura de 31 metros y 116 metros de ancho.

Diariamente llegaron al Relleno un promedio de 1.459,7 ton diarias de basura durante el período 2003–2005 (Tabla 1). Para el traslado de esta cantidad de basura generada en el DMQ se utilizan bañeras y tracto-camiones, con una capacidad de 30 y 25 ton respectivamente para cada viaje, es decir, aproximadamente 49 viajes se realizan diariamente al RSIB, desde la Estación de Transferencia de Zámbriza al RSIB, cubriendo una distancia de 44 km. Se estima que el Relleno almacenó desde su apertura hasta finales del 2005 un total de 1'366.115 ton de residuos, sirviendo a más de dos millones de habitantes (Tabla 1).

Procedimiento Operacional

Los residuos que ingresan al Relleno son inicialmente pesados en la báscula situada a la entrada del RSIB, para luego ser depositados en el cubeto mediante el sistema de elevación de los tracto-camiones, o con ayuda de una excavadora (Figura 14). Los desechos son depositados en capas hasta completar aproximadamente 3 m de altura, y en seguida es

esparcida y apisonada con un compactador pata de cabra (Figura 15). Al finalizar la compactación, los residuos son cubiertos por una capa de tierra de 15 cm de espesor para evitar la propagación de moscas y otras plagas (Figura 16). La densidad que se obtiene con este procedimiento es de 1,1 ton/m³ (Tabla 2). Inicialmente, durante el funcionamiento del cubeto 1, antes de colocar la capa de tierra como cobertura final diaria, se colocaba cal para evitar los olores; este procedimiento no fue continuo.

Al completarse la capacidad de un cubeto se coloca una capa de tierra de 0,80 cm de espesor y finalmente una cobertura vegetal. No se coloca geomembrana al completar la capacidad de un cubeto (Figura 17).

Piscinas de Lixiviados

Inicialmente se construyeron cinco piscinas para el tratamiento de lixiviados con una capacidad total de 4.469,78 metros cúbicos, pero debido a problemas generados en uno de los cubetos, se construyó una piscina adicional en marzo del 2006 (Figura 18). De las cinco piscinas inicialmente construidas, la 1 y 2 están conectadas y reciben el lixiviado del tanque recolector de los cubetos 1-2 y 3. Las demás piscinas reciben el lixiviado por medio de una bomba.

Los lixiviados pueden permanecer en un cubeto sin que estos sean eliminados a las piscinas de tratamiento ya que existen unas válvulas a la salida de los cubetos. La cantidad de lixiviado que llega a las piscinas no es constante, varía generalmente entre 180 a 200 m³ por día, aunque también se han registrado cantidades de 20 m³/día (Tabla 2). Como tratamiento, los lixiviados

son colocados nuevamente en los cubetos realizándose una recirculación con el objeto de reducir la carga orgánica de los lixiviados, pero esto no está totalmente probado, ya que el lixiviado es colocado en los orificios que sirven de chimeneas, a través de mangueras que van de las piscinas a la parte superior de los cubetos (Figura 19). Los conductos de las chimeneas se encuentran a lo largo de los cubetos, es decir, el lixiviado que pasa a través de las chimeneas, llega directamente al fondo de los cubetos sin que se reduzca considerablemente la materia orgánica de los lixiviados, pues aparentemente no toma contacto con las bacterias que se encuentran a los lados de los conductos, impidiéndose el proceso anaerobio que resultaría del paso de lixiviados a través de la materia contenida en el cubeto.

Hasta inicios del 2006 no existió un programa de recirculación de lixiviados. Las piscinas eran vaciadas hacia los cubetos sin una planificación establecida previamente, lo que dificultó relacionar los valores obtenidos del análisis químico de los lixiviados realizados desde el 2003 con el tratamiento que se efectúa en las piscinas actualmente; la mayoría de ocasiones, se ha tomado el lixiviado de las piscinas 1-4 para la recirculación.

En noviembre del 2005 se iniciaron los trabajos para ubicar la planta de tratamiento de lixiviados en el RSIB, y en abril del 2006 el Relleno ya contó con esta planta (Figura 20), cuya función al momento es ejecutar la aireación de los lixiviados. CORPCYS es la encargada de su funcionamiento, la cual realizará el tratamiento de 150.000 m³ de lixiviados que se encuentran tanto en los cubetos como en las piscinas de tratamiento.

Chimeneas

Las chimeneas, estructuras cilíndricas que se colocan desde la base de los cubetos, están constituidas de una tubería plástica perforada con material rocoso que se coloca a los lados junto con varillas de acero para dar soporte a la estructura (Figura 19 C). Su colocación es vertical y progresiva, de acuerdo a la cantidad de desechos que se van colocando en el cubeto; a medida que el cubeto se va llenando, las estructuras de la chimenea van uniéndose hasta completar la capacidad del cubeto. Las chimeneas tienen una altura de 2 m sobre la cota final de cada cubeto, y en la parte superior cuentan con un quemador de acero (Figura 21), en donde el gas emanado es quemado. Hasta noviembre del 2005 se instalaron 46 chimeneas en el RSIB, y en abril del 2006 sumaban más de 90, las cuales tienen entre sí una distancia de 25 m y una profundidad de 20 m.

Después de haber colocado la cobertura vegetal, al completarse la capacidad de un cubeto, ésta cobertura fue afectada por la cercanía a las chimeneas (Figura 21).

ASPECTOS AMBIENTALES

Este ítem fue evaluado sobre la base de las Normas Generales para la Disposición de los Desechos Sólidos No Peligrosos (Sección 2.2) del Anexo 6 en el libro VI del TULAS.

Protección al Recurso Agua

Para evitar la contaminación de aguas subterráneas (acuífero localizado a más de 40 m de profundidad; De la Torre, 2003) y superficiales (aguas de la Quebrada Gortaire ubicada junto al RSIB), los cubetos del RSIB fueron diseñados con un sistema de impermeabilización de

fondo para evitar que los lixiviados contaminen este recurso. Este sistema consta inicialmente de una capa de arcilla compactada, seguida de una geomembrana de polietileno HDPE de 1,5 mm de espesor, y una sección para el drenaje de lixiviados, la cual tiene una estructura de espina de pescado con un dren central, que luego tiene conexión externa con las piscinas para el tratamiento de lixiviados.

Durante los meses de visita al RSIB (julio, agosto, septiembre, noviembre del 2005 y abril del 2006), el sistema de drenaje para los cubetos 1 y 2 no presentó ninguna dificultad, el lixiviado fluía de éstos cubetos hacia el tanque de recolección de manera normal; pero con el cubeto 3 existieron inconvenientes, debido seguramente a fallas en el sistema de conexión de los canales construidos a lo largo del cubeto para la eliminación de los lixiviados (Castel com. pers.), produciendo que éstos no sean evacuados por el sistema de drenaje sino por la parte superior del cubeto (Figura 22) y a través de las chimeneas (Figura 23). Además, el lixiviado también pudo observarse rebosando en el tanque de recolección (Figura 24), probablemente debido a los altos niveles de precipitación en esa época (noviembre del 2005), lo que obligó a la construcción de una sexta piscina (Figura 18 F) ubicada hacia la Quebrada Gortaire a un lado del RSIB.

Lixiviados

Durante agosto y septiembre del 2005 colaboré con personal de CORPCYS en el análisis de lixiviados en el RSIB. Los datos obtenidos de la DQO fueron comparados con los registrados en el 2003 (Tabla 3). La comparación realizada con los reportes del 2003 fue de manera superficial, pues no se contó con información detallada sobre el procedimiento para la

obtención de muestras, ni el tratamiento realizado en las piscinas de lixiviados en el 2003; además, existieron algunas inconsistencias en los datos, como los presentados para el 4 y 5 de noviembre del 2003, sin aclaración que explique el hecho. En estos dos días se registran valores de la DQO en la piscina 1 de 103.375 mg/l y 74.906 mg/l respectivamente, sin tener información que justifique esa disminución tan repentina de DQO para la misma piscina, en un espacio de tiempo tan corto.

En el 2003 (septiembre, octubre y noviembre) se realizaron análisis de lixiviados en: las piscinas 1, 2, 5, tanque recolector del cubeto 1-2 y 3, en la descarga, a la salida de los cubetos, y en peceras (para pruebas de laboratorio); siendo las piscinas 1 y 5 los lugares donde se tomaron mayor número de muestras. Los análisis realizados en ese año fueron: pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales, DQO, oxígeno disuelto, fosfatos, nitrógeno total, nitratos y nitritos.

Aunque se registra una disminución considerable en los valores de DQO entre el 2003 y 2005 para la piscina 1 (91.000 mg/l en septiembre del 2003, y 13.000 mg/l en agosto del 2005; Tabla 3), no podemos afirmar que el tratamiento de lixiviados después de dos años de funcionamiento haya sido favorable, ya que los valores observados para la piscina 5 en septiembre del 2003 y agosto del 2005 son similares (53.000 mg/l en septiembre del 2003, y 50.000 mg/l en agosto del 2005; Tabla 3).

De los siete lugares analizados en el 2005, los valores más bajos obtenidos para la DQO correspondió al tanque de recolección de los cubetos 1-2 y 3 (Figura 25), con valores que varían entre 1.500 y 3.000 mg/l. Esto podría atribuirse al continuo flujo de líquido que llega a

este tanque, de los cubetos 1-2 y 3, lo que origina una mayor oxigenación de la que ocurre en las piscinas, y por ende existe en este tanque una mayor actividad bacteriana (Marchán com. pers.).

Los valores obtenidos durante el tiempo de análisis para la piscina 3 son relativamente iguales (Figura 25), pues no había sido recirculada, ni había sido mezclada con lixiviados de otras piscinas. El cambio que se observa en los valores de DQO en la piscina 4 se debió a que parte del lixiviado de las piscinas 1 y 2 fueron añadidos a ésta, produciendo una dilución en la piscina 4 (12.800 mg/l el 5 de agosto del 2005 y 5.775 mg/l el 30 de agosto del 2005), a parte de la actividad bacteriana producida en la piscina que también contribuye a la disminución de la DQO (Marchán com. pers.). Por otro lado, la diferencia entre los valores obtenidos en agosto y septiembre del 2005 (variación 50.000 mg/l y 19.000 mg/l respectivamente; Tabla 3) fue a consecuencia de que la piscina 5 fue vaciada casi en su totalidad hacia un cubeto, y fue rellenada con lixiviado de las demás piscinas, las cuales registraban valores bajos para la DQO. Finalmente, el tanque de recolección del cubeto 4 obtuvo los valores más altos para la DQO (+70.000 mg/l; Figura 25), debido a que este tanque recibe los lixiviados recién generados del cubeto, sin contar con el tratamiento de recirculación (Marchán com. pers.).

Protección al Recurso Aire

La alteración de la calidad del aire en la zona del RSIB se ha producido sobretodo durante la construcción de los cubetos (emisión de polvo y ruido) y durante su funcionamiento (emisión de gases, olores y ruido). En la primera etapa, esta alteración duró mientras se efectuaban las obras de excavación (Figura 10); no se constató, durante las visitas realizadas, que se tomaran

medidas de recubrimiento con plásticos o lonas al material que se extraía durante la excavación, el mismo que luego servía como material de cobertura de los desechos; lo que pudo haber generado mayor emisión de polvo en la zona. La segunda etapa continuará hasta que termine la producción de gases provenientes de la descomposición de desechos en los cubetos.

Gases

Los gases emanados en el Relleno son metano, dióxido de carbono, amoníaco y nitrógeno (los dos primeros son gases de efecto invernadero), los cuales se producen por la acción de microorganismos dentro de los cubetos bajo condiciones anaerobias, es decir, se generan durante la biodigestión de los desechos. Estos gases son captados a través de las chimeneas y quemados para evitar mayor contaminación y peligro, pues el metano siendo un gas altamente explosivo, al ser quemado se transforma en dióxido de carbono, cuyo efecto invernadero es 21 veces menor que el provocado por el gas metano (EPA, 2006).

Actualmente se está considerando la captación de estos gases para obtener bonos carbono a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), pero hasta el momento no se ha concretado este proyecto.

Olores

Los malos olores (producidos por amoniaco, ácido sulfhídrico, ácidos alifáticos, aminas y aromáticos; Secretaría de Ecología, 2002) que se generan en el RSIB son emanados por la descomposición de la basura y del lixiviado contenido en las piscinas de tratamiento. Para

evitarlos inicialmente se esparcía cal después de ser colocados los desechos en los cubetos, y en las piscinas se colocaba bioenzimas; esta práctica no fue continua. Durante las visitas no se constató la colocación de estos productos, pero los desechos eran cubiertos por una capa de tierra que evitaba la emanación de malos olores y proliferación de plagas.

Los tractocamiones y bañeras que se llenaban con los desechos en la Estación de Transferencia en Zámbez son totalmente cubiertos para aminorar la emanación de olores y caída de desechos en su recorrido hasta el RSIB.

Ruido

Los puntos de emisión de ruido en el RSIB provienen principalmente durante: el movimiento de camiones, excavadoras, compactador, las labores de operación de la maquinaria de excavación, la carga y descarga de tierra, la recirculación de lixiviados utilizando una bomba. Estos trabajos eran registrados (Figura 26) para evitar que el ruido exceda los niveles que se permiten en una zona industrial (zona de alto impacto) la cual es de 60 a 70 decibeles (EMASEO, 2003).

Protección al Recurso Suelo

Las consideraciones tomadas dentro de la protección al recurso agua también se consideran dentro de este ítem, pues la impermeabilización de fondo y el tratamiento de lixiviados también protege a este recurso. Sin embargo, durante la infiltración ocurrida en uno de los cubetos, el lixiviado podía observarse en la superficie de éste, y rebosando en el tanque de recolección de los cubetos 1-2 y 3 (Figura 22, 23, 24) lo que obligó a la construcción de una

nueva piscina para detener la contaminación del suelo y evitar contaminación de aguas superficiales.

Para evitar que los desechos (plásticos, papeles) que llegan diariamente y son depositados en los cubetos, contaminen terrenos aledaños al RSIB por efecto del viento, se colocaron unas mallas plásticas a manera de vallas. Los residuos que llegaban a la quebrada que está junto al RSIB fueron retirados manualmente.

Monitoreo Ambiental

Dentro del monitoreo ambiental, a parte del control de olores y ruido, el personal de CORPCYS realiza:

- Control de moscas.- En distintos lugares del RSIB (área administrativa, cerca de tanque de recolección, cerca de las piscinas, en las vías) se colocan papeles engomados para la contabilización de moscas (Figura 27). Como medida de control de moscas se utilizaron productos biológicos (feromonas) para atraerlos a las trampas; no se utilizó insecticidas, ni otros productos químicos (EMASEO, 2003). El material de cobertura (tierra) colocado después de esparcir los desechos en los cubetos, evita la propagación de moscas.
- Control de ratas.- Se colocan cebos en el perímetro del RSIB y se registran dos veces por semana (EMASEO, 2003).
- Registro de datos ambientales.- Mediante un equipo electrónico, ubicado en la estación de pesaje (Figura 3), se registra precipitación, viento, temperatura ambiental, entre otros.

ASPECTOS SOCIALES

Existen varios asentamientos que viven en el área de influencia del proyecto RSIB. Las comunidades de El Inga Bajo y el Belén, con aproximadamente 120 y 40 familias respectivamente, se encuentran en el área de influencia directa, es decir, se hallan dentro del radio de 1 km. A diferencia de El Inga Bajo, la comunidad el Belén ha estado en desacuerdo con la implementación del relleno en la zona del Inga Bajo. Las comunidades que se encuentran en el área de influencia indirecta (dentro del radio de 3 km) son Itulcachi (100 casas), La Cocha (70 casas), Chaspiyacu (120 casas) y Barrotieta.

Participación Ciudadana

Según los requerimientos que constan dentro del Artículo 20 del TULAS sobre Participación Ciudadana, se cumplieron en parte los Momentos de Participación, pues si se dio a conocer el proyecto durante la realización de los Términos de Referencia, y previo a la presentación del Estudio de Impacto Ambiental. Los Mecanismos de Participación utilizados fueron reuniones informativas, en donde se dio a conocer las características del proyecto; talleres participativos en los cuales los habitantes afectados dieron a conocer sus requerimientos como la construcción de casas barriales, cunetas, que fueron ejecutadas como medidas compensatorias. Tanto la documentación sobre Estudio de Impacto Ambiental como el Plan de Manejo Ambiental del proyecto no fueron dados a conocer a través de una página web de amplia difusión, como se indica dentro de los requerimientos.

Previo a la firma de acuerdos y aceptación de la construcción del Relleno en el Inga Bajo, varios dirigentes del Inga fueron invitados a la ciudad de Cuenca para conocer la experiencia

de los habitantes de la parroquia de Santa Ana, que viven cerca al Relleno Sanitario Pichacay (RSP). Esta parroquia ha mostrado gran aceptación y apoyo a este proyecto, implementado en el 2001, puesto que pueden participar activamente en la supervisión y control de las operaciones, reciben por parte de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC) informes anuales sobre el desempeño a manera de rendición de cuentas, y se les entrega el 5% de los ingresos del Relleno; lo que ha contribuido al mejoramiento de su calidad de vida y desarrollo. Adicionalmente el RSP ha merecido el otorgamiento de la certificación Ambiental ISO 14001:2004 y de Seguridad y Salud Ocupacional BSI OHSAS: 1999, vigentes desde el 18 de agosto del 2005. Cabe indicar que ambos rellenos (RSIB y RSP) tienen grandes diferencias técnicas (Tabla 2), pero con esta perspectiva social en Santa Ana, varias comunidades del Inga tuvieron expectativas de adquirir beneficios similares.

Después de una difícil negociación con las comunidades del Inga en noviembre del 2002 la Comunidad Inga Bajo, con su presidente como representante, aceptó la implementación del proyecto RSIB, y en enero del 2003 se firmó un Acuerdo provisional en San José de Puenbo mediante el cual las comunidades permitían que se construya el Relleno; seguidamente se firmó otro Acuerdo en el que se indicaba que el Relleno estaría en funcionamiento en el Inga Bajo hasta diciembre del 2004.

Posición de la Comunidad

En reuniones del 2003, entre el Sr. Alcalde y representantes de todas las Cámaras y sectores económicos de la ciudad, se expresó el respaldo total a la ejecución del proyecto RSIB, pero con las comunidades cercanas al Relleno, las principales afectadas, no se obtuvo el mismo respaldo. Antes y durante el funcionamiento del RSIB existieron varios conflictos con las

comunidades, incluyendo la muerte de un hombre de la comunidad de Itulcachi durante las protestas de enero del 2003, en donde cientos de policías y militares repelieron a los moradores de Pifo, La Cocha, El Belén, Píntag, Uniburo y otras comunidades que protestaban en rechazo al Relleno. En las protestas ocurridas en mayo del mismo año, 300 personas en el Inga manifestaron igual rechazo (El Hoy, 2003; El Universo, 2006).

En el Contrato entre Vida para Quito y CORPCYS firmado en julio del 2005, y con plazo de un año, se indica que CORPCYS tiene la obligación de llevar un Programa de Desarrollo Comunitario, y Vida para Quito coordinaría el apoyo necesario; pero este Programa no llegó a cumplirse ya que las comunidades advirtieron en una protesta realizada en marzo del 2006 (a cuatro meses para que se venza dicho contrato) que no permitirían que Vida para Quito otorgue el manejo del relleno sanitario por más años a CORPCYS. En esta protesta participaron aproximadamente 80 personas de las comunidades de El Belén, Itulcachi y Santa Ana, quienes indicaron adicionalmente los inconvenientes que ocasiona el Relleno; a lo que Vida para Quito demandó a CORPCYS la corrección de procedimientos como el control de desechos, manejo de lixiviados y mejoramiento de las relaciones con la comunidad (El Universo, 2006).

Salud

El perjuicio que han sufrido los habitantes ubicados en el área de influencia del RSIB en cuanto a salud, corresponde principalmente a dolores de cabeza, malestar general y vómito, debido a los malos olores que llegan a sus viviendas, sobretodo en horas del medio día (habitantes de la Comunidad El Inga y Barriotieta com. pers.). En el Centro de Salud La

Merced no existen registros de personas que han presentado estos síntomas, pero las entrevistas con habitantes del área de influencia directa, han permitido obtener esta información.

Compensaciones

Las comunidades cercanas al RSIB recibieron por este proyecto cursos de capacitación en Proyectos de Compostaje, aunque hasta el momento no han desarrollado ninguna microempresa; además, fueron beneficiadas con la construcción de casas barriales, cunetas, mejoramiento de calles y otros proyectos de desarrollo. El valor por estas obras no está concretamente definido, ya que EMASEO no tiene dividido este rubro dentro de los gastos que se realizan conjuntamente en el RSIB. El presidente de la Comarca del Inga estima que dentro de los convenios establecidos con el Municipio del DMQ (hasta noviembre del 2005 no existen convenios entre las Comunidades y CORPCYS) se han cumplido el 10 % de sus requerimientos.

Por cada tonelada que ingresa al Relleno reciben US 0,75 centavos de dólar, es decir, en la actualidad son US 1.237,5 dólares diarios. Lamentablemente los acuerdos no han logrado que las comunidades estén en mejores circunstancias después de tres años de efectuado el proyecto, reflejado en las protestas que hasta el momento se suscitan.

ASPECTOS ECONÓMICOS

En el DMQ los ciudadanos cancelan un valor por el servicio de recolección de basura, el cual es equivalente al 10 % del consumo de energía eléctrica que es recaudado por la Empresa

Eléctrica Quito. El ingreso a finales del 2003 por esta tasa de recolección fue de US 16'000.000 dólares, los cuales son distribuidos para las actividades que desempeñan anualmente EMASEO, Quito Limpio y CORPCYS; ésta última recibió US 9'000.000 dólares para el confinamiento de la basura en el RSIB.

Por cada tonelada que ingresa al Relleno se paga US 12,64 dólares, y considerando que el promedio diario que se registra es de 1.654 ton (Tabla 1), lo que se obtendría diariamente son US 20.906 dólares, y anualmente US 6'522.672 dólares. Vida para Quito paga US 0,11 dólares por tonelada/km recorrido, esto es 4,6 dólares por tonelada que ingresa al RSIB (Vida para Quito considera una distancia de 41,5 km entre Zámboza y el RSIB), lo que significa que diariamente recibe US 7.608 dólares (US 2'373.696 dólares anuales). Este valor es entregado a CORPCYS por Vida para Quito, esta Corporación recibe sus recursos del 25 % de donación del impuesto a la renta. Por el contrato firmado en julio del 2005 entre Vida para Quito y CORPCYS, por el plazo de un año, para trabajos de manejo, transporte y disposición de los desechos sólidos municipales, monitoreo y mitigación ambiental del RSIB y tratamiento de lixiviados, el monto total estimado fue de US 4'512.809 dólares.

El costo por recolección, considerando la depreciación del equipo, vehículos, combustible, lubricantes, llantas, personal (1 chofer y 4 ayudantes) y limpieza es de US 14,40 dólares; por equipamiento, administración de estaciones de transferencia y transporte corresponden a US 5 dólares; y por la construcción, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario el valor es de US 7,62 dólares. En total, la operación cuesta US 27 dólares.

Adicionalmente por la planta de tratamiento de lixiviados, implementada en marzo del 2006 y que tuvo un costo de US 300.000 dólares, Vida para Quito pagará US 8,8 dólares por metro cúbico de líquido tratado, y ya que el estimado es 150.000 m³, CORPCYS obtendrá por tratamiento de lixiviados US 1'320.000 dólares.

PROYECTOS PROPUESTOS

Existen varios proyectos que han sido diseñados para disminuir el problema de la basura en el país, pero algunos de estos no se han desarrollado debido principalmente a la inestabilidad que se ha vivido en los últimos años, y por ende a la inseguridad para los inversionistas.

Captación y Quema de Metano

En 1998 el Consorcio Eteco/Alquimiatec/Krüger ganó la licitación para la captación y el tratamiento de los gases emanados en el botadero de Zámbriza, con el financiamiento del gobierno Danés. En un inicio el proyecto fue planteado como captación de gas para la producción de energía eléctrica, obteniéndose después de un año el Permiso para la construcción y operación de una Central de Generación a biogás de un megavatio (MW) otorgado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, desafortunadamente por efecto de la crisis económica en el país, el crédito mixto danés fue retirado, y el proyecto se suspendió entre 1999 y 2003. En mayo del 2003 se planteó el rediseño del proyecto como proyecto MDL (Alquimiatec, 2005). El objetivo del proyecto es instalar un sistema que permita la captura del gas producido en el Botadero de Zámbriza, mediante la instalación de una red de 70 pozos de captación, con una profundidad de 30 m, los cuales estarían conectados con una central de bombeo para captar y quemar el gas.

Para la etapa de prueba se construyó una planta, que tuvo un costo de US 250 mil dólares y cuenta con cinco pozos. Para la segunda etapa, que incluye la construcción de los pozos restantes, se necesita US 1 millón de dólares (Hoy Online, 2005).

Aproximadamente 17 millones m³ de gas son emitidos anualmente desde el botadero de Zambiza, de éstos 2.500 ton corresponderían al metano, lo que generaría un efecto invernadero equivalente a 50.000 ton de CO₂ anuales, y considerando que por cada ton de CO₂ se obtendría entre 5 y 12 euros mediante la venta de Certificados de Reducción de Emisiones (CER), este proyecto ganaría entre 250.000 y 600.000 euros anuales, ganancia que se mantendría durante 15 a 20 años (Alquimiatec, 2005). En el país, este proyecto ha alcanzado visibles avances para la obtención de los CERs, relacionada con la gestión de desechos, el mismo que se encuentra en la etapa de Validación (Cordelim, 2005b; Ver Anexo 3). Nuevos estudios de factibilidad del proyecto todavía se encuentran en desarrollo, así como el financiamiento.

Planta de Compresión de Residuos

Termo-Pichincha, empresa pública que ha trabajado en el DMQ, propuso en mayo del 2003 la firma de un Convenio de Asociación con el Municipio del DMQ para la construcción y depuración de la planta de compresión de residuos sólidos para generación eléctrica. Partiendo de 1.500 ton de residuos, el proyecto pretendía alcanzar la generación de 15 y 23 MW de energía. El propósito era utilizar la energía calórica de los residuos sólidos para la producción de energía eléctrica. Durante los estudios de prueba se determinó que el poder calórico de los residuos era de 1.076 kcal /kg en promedio, a un costo estimado de 70 y 100 millones de

dólares. La construcción de dicho proyecto tomaría aproximadamente 18 meses y la vida útil sería 40 años (Acta 11, 2003). Lastimosamente, este proyecto no se realizó por razones de financiamiento, pero hubiera contribuido en parte para solucionar el déficit energético en el país, que bordea los mil millones de dólares (Ecuador Inmediato, 2006).

Reciclaje

En el 2004 la Asociación Mundial de las Grandes Metrópolis, a través de su Comisión 3 de Gestión de Residuos Urbanos, propuso mejoras y recomendaciones para el Plan de Manejo de los Residuos Sólidos del DMQ. Entre las propuestas de mejora se establece organizar sistemas de recolección de los materiales valorizables, a través de la promoción de campañas de sensibilización e información; elaboración de un modelo de recolección de materiales reciclables mediante un sistema dirigido a empresas productoras; y la concertación con industrias papeleras y vidrieras para la compra de materiales recolectados (Metrópolis, 2004).

La asistencia técnica realizada por esta Comisión efectuó un detallado análisis de la situación del manejo de los residuos sólidos, sin embargo, después de dos años estos estudios no han sido efectuados ni considerados para mejorar la gestión en el DMQ.

Compostaje

En el país, el compostaje se ha realizado tanto a escala municipal como en pequeñas comunidades. En una evaluación realizada en 1998 de los proyectos de compostaje en el Ecuador, se investigaron 16 experiencias con el objetivo de proveer una guía técnica a municipios y comunidades interesadas. Este trabajo recomendó que los proyectos que buscan

generar una actividad económica en el compostaje, no deben prescindir de la elaboración de estudios de factibilidad económica y técnica de los mismos así como de un análisis exhaustivo de los costos del proyecto (Lugo, 1998; Roben, 2002). Este aspecto es importante, pues aunque Ecuador tiene una economía predominantemente agrícola, el mercado de abonos orgánicos es reducido (Lugo com.pers.).

Adicionalmente, el estudio reveló que la mayoría de las municipalidades se han limitado en cubrir parcialmente los procesos de recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, sin cumplir los requerimientos técnicos necesarios para realizar este trabajo; y conjuntamente con la limitada participación de la comunidad (paga únicamente por barrido de calles y recolección de desechos) no se ha logrado una buena disposición y tratamiento de los desechos (Lugo, 1998).

Gestión Integral de Residuos

El Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos ejecutado en la ciudad de Loja, que inició en 1996, es una experiencia positiva desarrollada en el país, que por los logros obtenidos ha sido difundida a varios países (Habitat, 2002). El Programa incluyó específicamente la separación de desechos biodegradables y no biodegradables; hasta el 2002 esta separación se extendió exitosamente a más del 80% de la ciudad.

La estrategia para la separación incluyó una campaña casa por casa, en la cual el personal municipal entregó recipientes para basura verdes y negros, folletos informativos y volantes con los horarios de recolección. Se introdujo un sistema de multas por incumplimiento a fin de

promover la separación de los desechos domiciliarios en la fuente (PAHO, 2003; DED, 2006). Los proyectos que se han generado son la fabricación de compost y la implementación de una planta de reciclaje donde papel, cartón, plásticos, vidrio y metales son recuperados, procesados y vendidos a otras industrias; logrando una considerable reducción de la contaminación, una mejora en las condiciones sanitarias y una mayor conciencia ambiental de los ciudadanos. Ambos proyectos han sido económicamente sostenibles y beneficiosos para la comunidad (Habitat, 2002).

El principal apoyo financiero del proyecto han sido los créditos del Banco Central y una donación de la Embajada de los Países Bajos. En el 2000 el proyecto tuvo un presupuesto de US 431.514 dólares, contando con una contribución del 17,4 % por parte de la Embajada de los Países Bajos, 5,2 % del Servicio Alemán de Desarrollo (DED)/ Fundación Natura, y 8,1 % de Arco Iris. Para el 2002 el presupuesto ascendió a US 1'276.214 dólares y la aportación de la Embajada fue de 0,5 %, y del DED/ Fundación Natura fue 3,5 % (Habitat, 2002).

DISCUSIÓN

La gestión de residuos tiene relación con una variedad de temáticas como salud pública, economía, geografía, conservación, comunicación, demografía, sociología, estética, ciencias políticas, ingeniería (Tchobanoglous *et al*, 1982), que deben ser consideradas en la implementación de rellenos sanitarios, cumpliendo consideraciones técnicas, ambientales, sociales y económicas, para ofrecer un servicio de calidad por un largo período de tiempo.

La implementación y funcionamiento del RSIB ha seguido algunas Normas Generales expresadas en el Anexo 6 del Libro VI del TULAS, entre ellas: contar con un diseño y manejo técnico que ha evitado problemas de contaminación de aguas subterráneas y suelo, por la impermeabilización de fondo con el que cuentan los cubetos del RSIB. La mayoría de rellenos construidos antes de 1993 no contaban con una impermeabilización inicial para evitar el paso de productos de la degradación hacia fuentes de agua (FOE, 2000; Scott *et al.*, 2005), pero en nuestra legislación (Libro VI del TULAS) el control de lixiviados es uno de los requerimientos para el funcionamiento de un relleno (TULAS, 2003), y a pesar de que el RSIB ocupa un área donde el suelo tiene una alta impermeabilidad y el nivel freático es mayor a los 40 m de profundidad (De la Torre, 2003), se impermeabilizaron todos los cubetos. No obstante, aguas superficiales pudieron haber sido afectadas por derrames de lixiviados (Castell com. pers.) debido a altos niveles de precipitación (noviembre 2005) que ocasionaron infiltraciones de lixiviado en uno de los cubetos.

En cuanto al diseño y manejo técnico para minimizar la contaminación del aire, en el RSIB se han construido chimeneas para evitar que el gas metano (gas de efecto invernadero GEI)

llegue a la atmósfera. El metano y dióxido de carbono, producidos durante la degradación de los residuos, son captados a través de las chimeneas reduciendo su efecto tóxico a través de la combustión (metano al ser quemado se transforma en dióxido de carbono, 21 veces menos tóxico) (CORDELIM, 2005; Valdés, 2004). Sin embargo, el control de olores no ha sido una actividad continua durante el funcionamiento del RSIB, inicialmente eran controlados con productos químicos, pero en general los malos olores han sido la queja continua de los habitantes que se encuentran en el área de influencia del Relleno.

Entre las Normas Generales expresadas en el TULAS, también se indica que el tiempo de vida útil de un relleno debe ser por lo menos de 10 años, lo que obviamente no se cumplirá con el RSIB, pues la fecha de cierre está determinada para julio del 2006 (Lucero com. pers.), es decir, el tiempo de vida ha sido tres años.

A continuación, dentro de las secciones 5.1 a 5.3, se consideran otras Normas Generales relacionados con los requisitos mínimos que debe cumplir el sitio de disposición.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y AMBIENTALES

Los datos obtenidos de los aspectos técnicos del RSIB (ubicación, construcción, procedimiento operacional, piscinas de lixiviados, chimeneas) han permitido determinar algunas consideraciones para la construcción de nuevos rellenos en el DMQ, relacionándolas con los efectos negativos que se evitarían si se las implementara (Tabla 5).

Área

Una ciudad con más de dos millones de habitantes que generan más de 500.000 ton de desechos anuales, necesita un espacio muy amplio para disponer esta cantidad adecuadamente, quizá mayor a 50 ha para que la vida útil del relleno sea mínimo de 10 años, si consideramos un procedimiento igual al que se ha llevado en el RSIB. Las 15 ha del RSIB, en el cual se excavaron cada diez meses un nuevo cubeto, constituyeron por apenas tres años una aportación provisional a una emergencia sanitaria que inició en el 2002. En la actualidad surgen nuevamente problemas de índole social para determinar el sitio del próximo relleno sanitario, ya que las comunidades no aceptan la instalación de este tipo de proyectos cercanos a sus viviendas.

Aunque el RSIB difiere en varios aspectos del RSP de Cuenca (Tabla 2) es importante destacar que el área que ocupa el Relleno en Cuenca es mucho mayor (140 ha), a pesar de que la población en esta ciudad es de 400.000 habitantes que generan diariamente 350 ton de desechos (EMAC, .2005).

Vida útil

Un relleno puede generar, si las condiciones de mercado lo permiten, un ahorro monetario a la sociedad si se extiende al máximo su vida útil, ya que posterga los costos de reemplazo futuro para la disposición final de basura (BID, 1997). Además, implementando un relleno que tenga una vida útil larga, mayor a 10 ó 20 años, se evitarían los conflictos con comunidades directamente perjudicadas. En Cuenca, el próximo relleno que se ejecutará será después de 20 años, al cerrarse el Relleno Pichacay (EMAC, 2005).

Ubicación

Todos generamos desechos pero deseamos que su disposición final esté muy alejada de nuestras viviendas, sin embargo, para disminuir costos por transporte, saturación en la red vial y la contaminación de áreas rurales, es aconsejable contar con un relleno cercano al lugar de mayor producción de desechos, es decir las ciudades.

El transporte es uno de los mayores gastos que genera el servicio de recolección y disposición de basura (Sección 4.2), y asociado a éste existe un daño ambiental por contaminación del aire. La distancia que recorren los vehículos desde Zámboza hasta el RSIB, tomando la vía Tumbaco-Pifo, es de 44 km (Tabla 2; Anexo 1) y llegan cargados al relleno por 49 ocasiones diarias. La contaminación emanada, sólo por la flota vehicular, durante los tres años de operación fue: 20 ton de material particulado, 36 ton de monóxido de carbono, 40 ton de óxidos de nitrógeno, entre otros (Tabla 4). Es necesario que próximos rellenos sean construidos con una menor distancia a la Estación de Transferencia, tanto por la contaminación ambiental que se genera como por el costo de transporte.

En Cuenca la distancia del Relleno Sanitario Pichacay a la ciudad es de 21 km (EMAC, 2005).

Recirculación de lixiviados

El manejo de lixiviados es un aspecto de seguridad sanitaria importante, ya que estos líquidos pueden afectar aguas superficiales e importantes acuíferos (UCA, 2005; Scott *et al.*, 2005). En una adecuada recirculación de lixiviados un cubeto actúa como un filtro anaerobio que reduce

la materia orgánica de estos líquidos y consecuentemente el costo para su tratamiento (Secretaría de Ecología, 2002; Recalde, 2002). La recirculación que se realiza en el RSIB no es del todo eficiente, ya que el lixiviado atraviesa directamente el cubeto a través de los conductos de las chimeneas, sin que se produzca esta reducción de materia orgánica. Con la adquisición de la planta de tratamiento para lixiviados que adquirió el RSIB en abril del 2006 se dará un mejor tratamiento a estos líquidos, sobretodo durante las actividades de post-clausura del Relleno.

Cobertura

Es importante que un relleno cuente con una cobertura periódica de la basura, ya que de esta manera se evita la generación de malos olores y la propagación de enfermedades y vectores (Bitrán y Asociados, 2003). Por otro lado, la cobertura efectiva final, que puede ser una capa vegetal o la colocación de geomembrana al terminar la capacidad de almacenaje de un cubeto, minimizará la infiltración de aguas lluvia, en consecuencia la generación de lixiviados. Un relleno puede producir lixiviado 20 ó 30 años después de su clausura y entre las actividades de post-clausura la cobertura efectiva disminuye la cantidad de lixiviados, sobretodo en época lluviosa (Tchobanoglous, 1998). La colocación de geomembrana como cobertura final de los cubetos no se ha realizado en el RSIB, mientras que la cobertura vegetal se ha colocado en parte de ellos. Una efectiva cobertura vegetal sobre todos los cubetos contribuiría en la reducción en la generación de lixiviados, al igual que la etapa post-clausura.

Captación de gases

Los principales gases generados en los rellenos por la descomposición anaerobia son el dióxido de carbono y el metano, ambos gases de efecto invernadero (GEI) y de ahí la

importancia en reducir su emisión (PNUMA/ CCMCC, 2002). Estos gases se producen a través de un proceso de degradación anaerobia de los residuos orgánicos depositados en los cubetos (CEAMSE, 2006a). Cada GEI presenta una diferente capacidad de atrapar el calor en la atmósfera, estableciéndose un Potencial de Calentamiento Global PCG para estos gases; el CO₂ tiene un PCG de 1, mientras que para el metano este valor es 21 (Ingaramo, 2005).

Con la combustión del gas metano se obtiene dióxido de carbono, cuyo efecto invernadero es 21 veces menor que el producido por el metano (EPA, 2006). Al ser estos gases captados, se contribuye con la reducción de emisiones de GEI, lo que en el mercado internacional podría generar recursos con la venta de CERs. Esto se logra mediante el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) establecido en el Protocolo de Kyoto que promueve un desarrollo sustentable (CORDELIM, 2005a). El precio por cada CER para proyectos ecuatorianos oscila entre 5 y 12 euros. En el Botadero de Zábiza 2.500 ton de metano son emanados anualmente, y mediante la venta de CER se obtendría entre 250.000 y 600.000 euros anuales (Alquimiatec, 2005).

CONSIDERACIONES SOCIALES

Los rellenos sanitarios, a pesar de tener un objetivo de descontaminación para los sectores urbanos, son generalmente instalados en la periferia de éstos lo que causa gran afeción al medio rural (Alkalay y Szantó, 1995). Quienes habitan cerca de un relleno deben soportar, los malos olores, aumento de tráfico por los camiones de basura, plagas, afecciones a la salud, entre otros. Por esto, los acuerdos a los que se llegan inicialmente con las comunidades deben

ser mantenidos durante el funcionamiento de un relleno, y éstos deben incluir programas de desarrollo y enfoques para un mejoramiento en su calidad de vida.

En una reunión mantenida entre Alcaldes y un representante de CORPCYS se indicó que esta empresa realizaría la impermeabilización de las celdas, control de lixiviados, control de biogases, programas de salud e higiene, lo cual se ha cumplido, sin embargo, existió también el compromiso de instalar un sistema de aprovechamiento que consistía en el utilización de las fracciones orgánicas biodegradables (etapa prevista para febrero del 2003), harían compostaje con uso de microorganismos para acelerar el proceso de elaboración, incluyendo un sistema de aireación mecánica y un programa de seguridad ocupacional, de recuperación del paisaje; indicando que las condiciones financieras estaban dentro del marco contable de EMASEO; además en el 2003 estaba contemplado el control ambiental, calidad de agua (físico, química y microbiológica), monitoreo de aire (Acta 01, 2003), aspectos que no se han desarrollado periódicamente en el RSIB.

La desconfianza de las comunidades y su absoluta oposición a la implementación de rellenos se fundamenta en muchos eventos de incumplimiento. Por ejemplo, el cierre técnico del Botadero de Zámbriza se planificó para el 2002, pero realmente se lo realizó un año después. La dificultad que se dio para ubicar un nuevo relleno obligó a sobre-utilizar el botadero de Zámbriza. Similar experiencia ocurrió con el RSIB, ya que inicialmente en enero de 2003 se indicó que operaría por doce meses, luego este período se extendió a dos años y finalmente será cerrado a los tres años de funcionamiento, según contrato establecido entre CORPCYS y Vida para Quito (Vida para Quito, 2005).

Los recursos que se gastan para los estudios que determinan los sitios idóneos para la construcción de nuevos rellenos (US 231.199 dólares pagados a la ESPOL por el proyecto Jalonguilla) deben incluir la participación de comunidades aledañas al proyecto, para que no sean recursos perdidos; asegurándose que los dirigentes sí sean la voz que represente a la mayoría de los habitantes. Existieron varios inconvenientes con la firma de contratos entre dirigentes y el Municipio de Quito, pues mediante oficio se pidió que se desconozca a personas que se hacían llamar dirigentes como el Coronel Salinas y Sr. Camilo Ponce, personas designadas como agitadores en los procesos de participación (EMASEO, 2002b).

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

El 10% del valor de la planilla por consumo de energía eléctrica es lo que se cobra por la Tasa de Recolección de Basura, sobre la base de la Ordenanza Municipal del Concejo Metropolitano de Quito, publicada en el Registro Oficial en diciembre de 1996. Aunque se considera una eficiente forma de obtener recursos para el servicio de recolección de basura, no refleja el costo real del servicio, ni representa la cantidad real de residuos generados por quienes reciben el servicio (Blanco y Negro, 2003). Es necesaria la implementación de una recaudación real por el servicio, no únicamente de recolección, sino que debe abarcar costos de transporte al relleno, disposición final, tratamiento de gases, lixiviados y control de plagas, entre otros.

PROBLEMAS RECURRENTE

En un estudio, realizado en 1997, se determinó que en los países Latinoamericanos y del Caribe no se reconocía como sector formal al de residuos sólidos lo que ha significado que no cuente con el desarrollo ni el protagonismo necesarios para que el manejo de los residuos sólidos tenga prioridad; generando falta de recursos, debilidades en procesos de información y cobertura del servicio (Acurio *et al*, 1997).

En el DMQ, al no existir una partida presupuestaria para el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos, éste no podrá ser eficiente, lo que significará la continua problemática por falta de recursos. Para el 2003, EMASEO presentó un déficit de 6'000.000 dólares, debido principalmente a los gastos extras que demandó la erupción del Volcán Reventador (US 3,2 millones de dólares), el cierre técnico del botadero de Zámiza (US 2 millones de dólares) y los gastos en la emergencia sanitaria del 2002. Asimismo, EMASEO actualmente tiene un parque automotor obsoleto, reportándose 60 zonas en Quito que no son atendidas con el servicio, debido al mal estado de los vehículos recolectores (ECUAVISA, 2006). Adicionalmente, no existen efectivos planes operativos, financieros ni ambientales a largo plazo con relación al manejo de residuos sólidos.

En el 2002 la cobertura del servicio era del 80 % en el DMQ, luego de dos años esta cifra ascendió a 86 % (EMASEO, 2004), pero aun no se recolecta el 100% de lo que se genera, es decir, queda un porcentaje que es arrojado hacia quebradas, ríos, o terrenos baldíos; lo que perjudica al ambiente y a la salud humana.

SOLUCIONES A FUTURO

Ecuador, como país signatario de la Agenda 21, se comprometió a cumplir con varios principios, de los cuales la legislación vigente omite algunos de éstos, como Programas de reducción de residuos, aumento en la reutilización, reciclado, tratamiento ecológicamente sustentable y ampliación de la cobertura de los servicios (OPS/OMS, 2002).

En muchos países, las alternativas que están generando mayor expectativa sobre la gestión de residuos se relacionan con la reducción de sus desechos. En España por ejemplo, para el período 2000 – 2006 se fijó un Plan Nacional de Residuos Urbanos, el cual propuso: reducir la generación de residuos a razón de un 6% anual; utilizar para elaboración de compost el 40% de la materia orgánica a fines del 2001 y el 50% en el 2006; reciclar el 75% del papel y cartón, el 90% de los metales, el 75% del vidrio y el 50 % de otros materiales para el 2006 (UNED, 2001). Mientras que otros países como Suiza y Dinamarca han introducido obligatoriamente el reciclaje o reutilización (Decreto de Suiza del 22 de agosto de 1990, Ley de Dinamarca de 1978). En Estados Unidos, el Área de la Bahía en California adoptó en marzo del 2005 el objetivo de lograr una “Producción Cero” de residuos para el 2020, mediante un sistema en el cual todos los residuos son reciclados, reusados o utilizados en compostaje. Una propuesta similar planteó Berkley con su objetivo de reducción del 75 % para el 2010 y campañas similares existen en San Francisco, Seattle, Ciudad del Norte en California y Santa Cruz, California (Ursery, 2005).

Las soluciones que se aplican en distintos países varían de acuerdo con las características socioeconómicas de cada comunidad. Han existido propuestas complementarias para el

manejo de la basura como la incineración, el reciclaje, el compostaje. No obstante, el objetivo a alcanzar es disminuir la generación de residuos, pero ningún sistema de gestión de residuos puede prescindir de la existencia de rellenos sanitarios, ya que los residuos que no puedan ser tratados de alguna manera, sea por reciclaje, compostaje, o incineración, tienen que ir a un relleno sanitario (CEAMSE, 2006b).

Existen muchas alternativas para mejorar el manejo actual que se desarrolla en el RSIB como la implementación de bioceldas, aplicación de programas que promuevan la separación de residuos, el compostaje, la implementación de rellenos sustentables, la aplicación de incentivos para la reducción y reciclaje, entre otros.

Una solución para reducir en un buen porcentaje el problema de la basura en el DMQ debe estar enfocado en el componente que se genera en mayor porcentaje, es decir, en la materia orgánica; más del 60 % (en 1998 era 71 %, el mayor registrado entre 13 países latinoamericanos; Valdés, 2004). Los demás componentes corresponden a papel y cartón con 9,8 %, plásticos con 5,9 % y metales 2,5 % (Metrópolis, 2004).

El DMQ tiene una población de 2'125.783 habitantes que generan 1.654 ton diarias de residuos (Tabla 1), que corresponden aproximadamente a 992.4 ton diarias de materia orgánica. Para que esta cantidad sea entregada apropiadamente (separada de desechos inorgánicos), se deberá realizar una eficaz campaña de separación de residuos para los hogares, negocios, empresas, establecimientos educativos, y demás instituciones localizadas en el DMQ. Todos deberán entregar sus residuos orgánicos e inorgánicos de manera separada

y en días alternos. Los desechos orgánicos serían retirados por la Empresa de Aseo por dos ocasiones en la semana, ya que se generan en mayor porcentaje que los inorgánicos; y éstos últimos se recogerían por una ocasión en la semana. Las Estaciones de Transferencia podrían ser los lugares de disposición de los desechos orgánicos, mientras que al Relleno Sanitario llegarían únicamente los inorgánicos. No se necesitarían vehículos adicionales a los que posee en la actualidad la Empresa de Aseo.

Cada lugar, tanto las Estaciones de Transferencia como el Relleno, deben incluir en su gestión de residuos el tratamiento de lixiviados y captación de gases. El costo para el tratamiento de lixiviados provenientes de la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos es muy alto, ya que contienen varias sustancias tóxicas como metales que dificultan e incrementan el precio para el tratamiento de estos líquidos. Pero si estos son tratados separadamente el costo disminuye. El lixiviado proveniente de la descomposición de desechos orgánicos no contendría estas sustancias tóxicas facilitando su tratamiento (Agroindustrial, 2005).

Las toneladas que llegarían al relleno serían aproximadamente 661,6 ton con residuos inorgánicos. Estimando una producción diaria de 50 m³ de lixiviados (tomando como referencia la producción del Relleno Pichacay con las 350 ton y producción de 25 m³) anualmente se producirían 18.250 m³ de lixiviados. El costo para su tratamiento sería de US 160.600 dólares anuales (a US 8,8 dólares el m³). En tres años de funcionamiento se tratarían 54.750 m³, a un costo de US 481.800 dólares, el cual relacionándolo con el costo que se pagaría en el RSIB por el tratamiento de 150.000 m³ generados en tres años (US 1'320.000 dólares), constituye un ahorro de US 838.200 dólares.

Las 661,6 ton de residuos inorgánicos al ser transportados en tracto-camiones de 30 ton, necesitarían 22 viajes diarios para ser depositados en el relleno (si el nuevo relleno se ubica cerca al RSIB); esto es 27 viajes menos de lo que se ha realizado durante el funcionamiento del RSIB (49 viajes diarios). La contaminación del aire se reduciría anualmente por concepto de gases emanados por la flota vehicular (Tabla 4), esto es: de 7 ton a 3 ton de material particulado; de 12 ton a 5 ton de monóxido de carbono; de 13 ton a 6 ton de óxidos de nitrógeno, entre otros.

Esos constituirían algunos de los ahorros económicos y ambientales que se obtendrían con la separación de desechos en orgánicos e inorgánicos, a más de solucionar en un buen porcentaje el problema de la basura. Llevando a cabo esta actividad de separación, se conseguiría concienciar a la ciudadanía sobre la generación de basura e importancia de una adecuada gestión, se reducirían los costos para el tratamiento de lixiviados, se disminuiría la contaminación ambiental por reducción de emanaciones de los tractocamiones, y seguidamente pueden enfocarse otras acciones adicionales.

En las Estaciones de Transferencia, con los desechos orgánicos, se podría implementar una planta de compostaje y utilizar el abono producido en actividades de agricultura (cultivos), silvicultura (viveros), reforestación, mantenimiento de parques y jardines, cobertura diaria y rehabilitación de rellenos sanitarios (Roben, 2002).

Con los residuos que llegarían al Relleno podría implementarse una banda eléctrica, la cual facilitaría la separación de residuos inorgánicos en: papel, cartón, plástico, metales y otros; implementando a la vez empresas recicladoras. Adicionalmente se exigiría a las industrias del DMQ que establezcan mecanismos para la recuperación de sus productos, sobretodo a las productoras de plásticos. Será también importante la amplia difusión de campañas para el consumo responsable, la reutilización de productos no biodegradables, información sobre productos menos contaminantes para el ambiente por su ciclo de vida en la naturaleza, así como el apoyo a la fabricación de productos biodegradables.

Como actividades adicionales se deberán realizar estudios sobre la generación per capita de desechos, además, determinar las zonas que tienen mayor producción de desechos orgánicos en el DMQ, así como las zonas de mayor producción de desechos inorgánicos, y clasificarlas según el porcentaje de generación de papel, plástico, metal, entre otros, para mejorar las condiciones de recolección y transporte hacia Estaciones de Transferencia y el Relleno Sanitario.

Esta Propuesta no incluyó una evaluación económica del costo por la recolección diferenciada de desechos (orgánicos e inorgánicos), ni costo por equipamiento a Estaciones de Transferencia y Relleno Sanitario, ni programas de concienciación para la ciudadanía, pero es cada vez más evidente que la solución de esta problemática se enfoca en quienes generan los desechos.

CONCLUSIONES

La disposición de residuos en rellenos actualmente es el procedimiento más frecuente de manejo en el mundo. El diseño de un relleno sanitario debe contemplar estrictos sistemas de seguridad tanto en el aspecto sanitario como ambiental para ofrecer un adecuado servicio a largo plazo.

En el DMQ la gestión de residuos ha tenido visibles cambios en los últimos años. La implementación del primer relleno sanitario para el DMQ ha sido una obra planificada desde 1992, pero su construcción se concretó en el 2003 en la parroquia de Pintag con el RSIB. Antes de esta infraestructura, el DMQ contaba con el Botadero de Zábiza que funcionó por 25 años, sin mayores consideraciones ambientales.

La construcción del RSIB ha cumplido con algunas normas generales, expresadas en nuestra legislación relacionada con la Disposición de Desechos Sólidos No Peligrosos (Libro VI del TULAS), como la adecuación de un sistema de impermeabilización de fondo y la construcción de chimeneas, que han evitado la contaminación de aguas subterráneas, suelo y aire. Las aguas superficiales pudieron haber sido afectadas durante la infiltración de lixiviados en uno de los cubetos, que obligó a implementar una quinta piscina en el RSIB.

Los lixiviados, generados durante la descomposición de los desechos, han sido recirculados desde las piscinas de tratamiento hacia los cubetos, pero no se ha podido determinar la efectividad de este procedimiento, ya que desde el 2003 no se cuenta con detalles para la toma de muestras de lixiviados. Además, los lixiviados al ser recirculados llegan directamente a la

base de los cubetos a través de los conductos de las chimeneas, sin que ocurra una reducción de su carga orgánica.

Parte de las comunidades asentadas en el área de influencia del RSIB aceptaron inicialmente la implementación de este proyecto en noviembre del 2002 por el lapso de un año, pero los inconvenientes generados, principalmente a la salud por la emanación de malos olores, han provocado continuas protestas y exigencias para el cierre del RSIB.

Varios proyectos relacionados con el manejo y aprovechamiento de desechos (Captación y Quema de Metano, Planta de Compresión de Residuos) no se han ejecutado en el DMQ debido a la falta de inversión, causada por la crisis económica en el país al final de la década de los 90's, lo que ha impedido mejorar la gestión de residuos en el DMQ.

Existen varios estudios realizados en el DMQ (Plan de Manejo de Residuos Sólidos, Evaluación de Proyectos de Compostaje) que indican que el objetivo prioritario en el manejo de residuos debe ser complementado con programas de reducción de residuos, reuso, reciclaje, compostaje; pero estos programas no se han difundido de manera masiva ni se han ejecutado hasta el momento en el DMQ, a pesar de existir experiencias positivas de estos programas en otra ciudad del país (Loja).

Los tres años de funcionamiento del RSIB (2003-2006) han permitido establecer consideraciones técnicas, económicas, sociales y ambientales para lograr una gestión eficiente de desechos en el DMQ. Un nuevo relleno para el DMQ deberá cumplir con todas las

especificaciones determinadas en la legislación ambiental (Libro VI del TULAS), además, contar con un área mayor a 50 ha para tener una vida útil sobre los 10 años, la ubicación no deberá exceder la distancia del actual RSIB (44 km) para evitar contaminación ambiental por la flota vehicular, además de llevar a cabo programas de monitoreo, vigilancia y control.

Para reducir el problema de la basura en el DMQ, es necesario contar con la colaboración ciudadana para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, lo cual reducirá en un gran porcentaje los costos para tratamiento de lixiviados y control de gases. Además, si al relleno únicamente llegan los residuos inorgánicos se disminuiría la contaminación ambiental por efecto de la flota vehicular, ya que se requerirían menor número de viajes. Después de lograr esta separación, se podrán establecer con mayor facilidad programas de reciclaje, reutilización, compostaje y finalmente concienciar a la población para lograr una reducción en la generación de residuos.

El corto tiempo en que ha operado el RSIB muestra que la gestión de residuos en el DMQ aún tiene debilidades. La empresa EMASEO no cuenta con los recursos suficientes para un buen desempeño de sus acciones, lo que ha producido una menor representatividad en el sector, pues otras instituciones del sector privado (Quito Limpio, CORPCYS, Fundación Natura) están desarrollando gran parte de sus anteriores actividades como la recolección, transporte y disposición final de los residuos en el DMQ.

Es evidente la falta de planificación en torno al tema de residuos, ya que aún no se conoce las especificaciones del próximo relleno para el DMQ, lo que imposibilita una correcta toma de

decisiones y una adecuada gestión que permita establecer y cumplir con los planes y programas de gestión.

BIBLIOGRAFIA

Acta 01, 2003. Sesión Pública Ordinaria del Concejo Metropolitano de Quito. Acta Sesión 9 de Enero del 2003, bajo la presidencia del General Paco Moncayo Gallegos, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito y con la asistencia de 15 concejales y representante de la Corporación de Construcciones y Servicios.

Acta 11, 2003. Sesión Ordinaria del 22 de mayo del 2003. Resolución N. 2003-297. Sesión pública ordinaria del Concejo Metropolitano de Quito, bajo la presidencia del General Paco Moncayo Gallegos, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito y con la asistencia de 12 concejales y representante de Termopichincha.

Acurio, G., Roslin, A., Teixeira, P. y Zepeda, F. 1997. Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C., USA.

Agroindustrial. 2005. Biorecuperación de Lixiviados en Rellenos Sanitarios. Dirección de Investigación Agroindustrial Management & Consulting S.A. En línea: <http://www.agroindustrial-amc.com/files/Proyecto%20para%20el%20Tratamiento%20de%20Lixiviados%20en%20Rellenos%20Sanitarios.htm>. Consulta: febrero, 2006.

Alkalay, D., y Szantó, M. 1995. Estudio de caso sobre la problemática nacional enfrentada para avanzar en la utilización energética de los residuos municipales en Chile. Memoria - Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. Depósito de Documentos de la FAO.

Alquimiatec. 2005. Proyecto de Captación y Quema del Gas del Vertedero de Zámbriza (Zámbriza Landfill Gas Project. Idea del Proyecto Zámbriza. Documento en pdf. 25 p.

ASCE (American Society of Civil Engineers). 1969. "Sanitary Landfill", ASCE Manual of engineering practice N 39. New York, USA.

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 1997. Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales, Procedimientos Básicos. Documento en pdf. 94 pp.

Bitrán y Asociados. 2003. Estudio de Políticas de Abatimiento de Gas de Efecto Invernadero y Desarrollo Económico: Sinergias y Desafíos en el sector de los Rellenos Sanitarios en el caso de Chile. BID. Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Blanco y Negro. 2003. Quito Limpio y Corpocys defienden sus contratos. EMASEO mantiene un hueco en su presupuesto. En línea: <http://www.hoy.com.ec/suplemen/blan257/negro1.htm>. Consulta: enero, 2006.

Blanco y Negro. 2004. La reingeniería general no debe pasar de 60 días. Entrevista a Luis Pacheco, gerente de Emaseo. En línea: www.hoy.com.ec/Suplemen/blan296/negro1.htm. Consulta: agosto, 2004.

CEAMSE (Coordinación Ecológica Area Metropolitana Sociedad del Estado). 2006a. Relleno Sanitario. Planta de Tratamiento de Líquido Lixiviado. Buenos Aires, Argentina. En línea: http://www.ceamse.gov.ar/central_disposicion_relleno-4.html. Consulta: febrero, 2006.

CEAMSE (Coordinación Ecológica Area Metropolitana Sociedad del Estado). 2006b. Disposición Final. Buenos Aires, Argentina. En línea: <http://www.ceamse.gov.ar/abre-home.html>. Consulta: mayo, 2006.

CIGER (Comité Interministerial para el Manejo y Gestión de Residuos Sólidos en Ecuador). 2001. Análisis Sectorial para el fortalecimiento de la Gestión del Manejo de los Residuos Sólidos en el Ecuador. Una Responsabilidad Compartida. Ministerio del Ambiente, MIDUVI, MOP, BID, GTZ, OPS. Quito, Ecuador.

CORDELIM (Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio). 2005a. Actividades Elegibles Bajo el MDL: Tipología de Proyectos. En línea: <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=419>. Consulta: diciembre, 2005.

CORDELIM (Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio). 2005b. El Ciclo de Un Proyecto MDL Y El DDP. Documento pdf.

CORPCYS (Consorcio de Construcciones y Servicios S.A.). 2005. Oficio-GG-2005-025-C&S. Dirigido al Arq. Luis Pacheco, Gerente General de EMASEO, y firmado por Grad. Ramiro Manosalvas Gerente General de CORPCYS. 15 de Febrero de 2005. Quito, Ecuador.

DED (Servicio Alemán de Desarrollo). 2006. Municipio de Loja-Desechos Reciclables. En línea: http://ecuador.ded.de/cipp/ded/custom/pub/content,lang,4/oid,2006/ticket,g_u_e_s_t-->. Consulta: enero, 2006.

De la Torre, F. 2003. Estudio de Impacto Ambiental. Relleno Sanitario Inga Bajo de Quito. Documento pdf. 97 pp.

DMQ (Distrito Metropolitano de Quito). 2005. Plan Maestro y Política de Gestión Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito. Dirección Medio Ambiente. Alcaldía Metropolitana. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Quito, Ecuador.

Ecuador Inmediato. 2006. Ministro de Energía propone cambios para el sector eléctrico. El Periódico instantáneo del Ecuador. Edición 673. 13 de junio de 2006. En línea:

<http://www.ecuadorinmediato.com/espanol/mostrarnoticia.php?id=44¬iciaid=35096&PHPSESSID=41d1e3ea8f5215c706a4fd41ef381f4d>. Consulta: junio, 2006.

ECUAVISA. 2006. Parque automotor de Emaseo obsoleto. 21 marzo 2006. En línea: www.ecuavisa.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1502&Itemid=0. Consulta: marzo, 2006.

El Comercio. 2006. Una planta para las aguas. Redacción Quito. 7 de abril del 2006. En línea: <http://www.elcomercio.com/noticia.asp?id=34624&seccion=11>. Consulta: abril, 2006.

El Hoy. 2003. Pintag dice no al relleno sanitario de Quito. Noticias Ambientales. En línea: <http://www.cedenma.org/noticias/articles/2003-May-14/39/39.html>. Consulta: mayo, 2005.

El Inga Bajo. 2002. Oficio dirigido al Gral. Paco Moncayo, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito, y firmado por el Sr. Alquina, Presidente de la Comunidad. 15 noviembre del 2002. Comité de Desarrollo Comunitario “El Inga Bajo”. Ecuador.

El Universo. 2006. Protestas en Quito por actividad de relleno sanitario. Eluniverso.com- El País. Guayaquil, 4 marzo 2006. Guayaquil, Ecuador.

EMAC (Empresa Municipal de Aseo de Cuenca). 2005. Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental. Relleno Sanitario de Pichacay. Primer Relleno Sanitario del país con certificaciones ISO 14001 y BSI OHSAS 18001. Boletín Informativo. Cuenca, Ecuador.

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2002a. En el 2003 comienza a operar el Complejo Industrial Sanitario El Inga en el Distrito Metropolitano de Quito. Boletín Informativo. 31 Diciembre del 2002. Quito, Ecuador.

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2002b. Oficio dirigido al Gral Paco Moncayo, Alcalde Metropolitano de Quito y firmado por el Sr. Efrén Guamán (San Juanito), Sr. Patricio Quinchimbla (El Tablón Alto), Sr. Antonio Paucar (San Vicente de Pintag), Sr. José Alquina (Santa Ana La Merced), Sr. Segundo Ulcuango (Unoricapi) e Ing. Omar Landázuri (EMASEO).

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2003. Plan Integral de Monitoreo Ambiental. Gerencia Técnica. Febrero, 2003. Quito, Ecuador.

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2004. X Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Manejo de residuos sólidos en el DMQ. Presentación EMASEO 2004. Quito, Ecuador.

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2005. Carta dirigida al Gral. Ramiro Manosalvas, Gerente de CORPCYS. Pedido de continuación de servicios por parte de Arq. Luis Pacheco, Gerente General de EMASEO. Febrero del 2005. Quito, Ecuador.

EMASEO (Empresa Metropolitana de Aseo). 2006. Relleno controlado de Zámboza. En línea: http://www.emaseo.gov.ec/botadero_zambiza.htm. Consulta: enero, 2006.

EPA (Environmental Protection Agency). 2006. Emisiones. Aire y Radiación. En línea: http://epa.gov/air/espanol/calentamiento_global/gwemit.html. Consulta: junio, 2006.

ESPOL (Escuela Politécnica del Litoral). 2003. Conferencia de Ing. Miguel Ángel Chávez sobre Relleno Sanitario para la Ciudad de Quito. En línea: http://www.espol.edu.ec/vida_un/informat/840/webpages/curso4.htm. Consulta: enero, 2006.

FOE (Friends of the Earth). 2000. Friends of the earth's citizens guide to municipal landfills. En línea: www.foe.org/ptp/naual.ktm. Consulta: abril, 2006

Fundación Natura. 2003. ¿Dónde depositar la basura? Manejo de los residuos. Boletín Informativo n. 2. Julio 2003. Quito, Ecuador.

Habitat. 2002. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Loja (Ecuador). Ciudades para un futuro más sostenible. Experiencia seleccionada en el Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai en 2002, y catalogada como BEST. Julio, 2002. En línea: <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu02/bp521.html>. Consulta: enero, 2006.

Hanks, T.G. 1967. Solid Waste/Disease Relationships, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Solid Wastes Program, Publication SW-1c. Cincinnati, Ohio.

Hoy Online. 2005. Quito tiene el primer quemador de gas metano. Comunidad – Quito. 10 de Julio del 2005. En línea: http://www.hoy.com.ec/NoticiaNue.asp?row_id=209076. Consulta: agosto, 2005.

Hoy Online. 2006. El Inga ya no quiere más basura. Comunidad – Quito. 13 de Marzo del 2006. En línea: http://www.hoy.com.ec/NoticiaNue.asp?row_id=229248. Consulta: marzo, 2006.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2004. Datos de temperatura, precipitación, viento, humedad relativa de la Estación La Tola.

Ingaramo, J. 2005. El calentamiento global y los bonos carbono. Kyoto. Archivo pdf. Argentina.

Lugo, S. 1998. Evaluación de los proyectos de compostaje en el Ecuador. Fundación Natura - REPAMAR - CEPIS - GTZ. Quito, Ecuador.

Lybarger, J.A., Spengler, R.F., De Rosa, C.T. 1993. Priority health conditions: An integrated strategy to evaluate the relationship between illness and exposure to hazardous substances. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Atlanta, USA.

Metropolis (Asociación Mundial de las Grandes Metrópolis). 2004. Propuesta de Mejoras y Recomendaciones. Plan de Manejo de los Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito. Informe de asistencia técnica 2. Área Metropolitana de Barcelona. España.

Ministerio del Ambiente. 2003. Copia de la Licencia Ambiental Otorgada a EMASEO para la operación del Relleno Sanitario Inga Bajo. N.019. Ivan Morillo Villarreal, Ministro del Ambiente (E). 13 mayo 2003. Quito, Ecuador.

NAI (No a la incineración). 2006. Coalición ciudadana Anti-incineración. En línea: <http://www.noalaincineracion.org/index.php?option=content&task=view&id=46&Itemid=39>. Consulta: junio, 2006.

OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud). 2002. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos-Ecuador. División de Salud y Ambiente. Gobierno de la República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. Ministerio de Salud Pública. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ortega, M. 2003. Estructura General, Organizativa, de Recursos Humanos, Financieros y Operativos de la Empresa Metropolitana de Aseo. Presentación (Powerpoint) del 23 de octubre del 2003.

Ortiz, G. 2004. El manejo de los residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito. Concejal, Presidente del directorio de EMASEO. Presentación Powerpoint de EMASEO.

PAHO. 2003. Día Mundial de la Salud 2003. Programa de Manejo Integral de Desechos Sólidos, Ecuador. En línea: http://www.paho.org/spanish/DPI/whd03_community3.htm. Consulta: enero, 2006.

PNUMA/ CMNUCC (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/ Secretaría sobre el Cambio Climático). 2002. Para comprender el Cambio Climático: Guía Elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas y el Protocolo de Kyoto.

Recalde, V.A. 2002. Efectos de la recirculación del líquido lixiviado en un relleno sanitario. Tesis en Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil. Quito, Ecuador. 108 p.

Roben, E. 2002. Manual de Compostaje para Municipios. DED Ecuador / Ilustre Municipalidad de Loja. Loja, Ecuador

Scott, J., Beydoun, D., Amal, R., Low, G., Cattle, J. 2005. Landfill Management, Leachate Generation, and Leach Testing of Solid Wastes in Australia and Overseas. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 35: 239-332.

Secretaría de Ecología. 2002. Alternativas de Rellenos Sanitarios, Guía de Toma de Decisión. Gobierno del Estado de México. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Residuos.

Tasiguano, A.L. 2002. Las comunidades indígenas de Calderón se toman Jalonguilla. Calderón, 19 de mayo del 2002. En línea: <http://www.llacta.org/notic/020519a.htm>. Consulta: agosto, 2005.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., y Eliassen, R. 1982. Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración. Serie: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16. Mérida, Venezuela.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., y Vigil, S. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Volumen II. McGraw-Hill. México.

Thurbide, K. 2005. Calgarians Will Reap the Benefits of Innovative Landfill Research. University of Calgary. Faculty of Engineering. Manager of Communications. Alberta, Canadá.

TULAS (Texto Unificado Legislación Secundaria Medio Ambiente). 2003. Libro VI de la Calidad Ambiental. Anexo 6. Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Decreto Ejecutivo No. 3516. RO/ Sup 2 de 31 de Marzo del 2003. Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental. Ministerio de Energía y Minas. Quito, Ecuador.

UCA (Universidad Católica Argentina). 2005. Evaluación de Impacto Ambiental de un relleno sanitario. En línea: <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=763>. Consulta: febrero, 2005

UICN. 2005. Manual de Derecho Ambiental Centroamericano. (Grethel Aguilar y Alejandro Iza eds.) Programa de Derecho Ambiental de UICN – ORMA. Oficina Regional de la UICN- Unión Mundial para la Naturaleza para Mesoamérica.

UNED. 2001. Gestión de los residuos sólidos urbanos. España. En línea: <http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm>. Consulta: enero, 2006.

Ursery, S. 2005. Aiming for Zero. Berkeley, Calif., seeks total landfill diversion by 2020. Waste Age 36: 6-8.

Valdés, S. 2004. Estudio de políticas de abatimiento de gas de efecto invernadero y desarrollo económico: Sinergias y desafíos en el sector de los rellenos sanitarios en el caso de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago, Chile.

Vida para Quito. 2005. Contrato para la prestación de servicios de manejo, transporte y disposición final de los desechos sólidos, en el relleno sanitario ubicado en el sitio denominado Inga Bajo. Comparecientes: Corporación de Salud Ambiental de Quito y Consorcio de Construcciones y Servicios S.A. 13 de julio del 2005. Quito, Ecuador.

Waste. 2006. Basura: un problema con el nadie se quiere manchar. Waste Ideal Magazine. Naturaleza, ciencia, medio ambiente. En línea: <http://waste.ideal.es/basura2.htm> Consulta: mayo, 2006.

