

Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina

Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile

Estefani Rondón Toro
Marcel Szantó Narea



Este documento fue preparado por Estefani Rondón Toro y Marcel Szantó Narea, consultores de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del proyecto “Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina” (ROA/101), desarrollado por la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (ESCAP) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en asociación con el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-HABITAT). Este estudio ha sido coordinado por Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, y Ricardo Jordán, Oficial de Asuntos Económicos de la misma División. Los autores del documento agradecen a Raúl O’Ryan (del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), a Juan Fernández, Álvaro Ríos, Darío Vargas y Carolina Ascui (del Ministerio de Medio Ambiente de Chile), por su apoyo en la obtención de información referente a los casos de estudio del documento. Se expresan especiales agradecimientos a las siguientes personas por sus comentarios, sugerencias y revisiones del documento: Felipe Livert-Aquino y Beatriz Valenzuela. De igual forma, se agradece a Roxana Hernández por la revisión final del texto.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la organización.

Índice

Resumen	7
I. Introducción	9
II. Necesidad de incorporar la ecoeficiencia en la infraestructura urbana en las regiones de Asia y América Latina.....	11
A. Objetivos y criterios de la ecoeficiencia	11
B. Ecoeficiencia e infraestructura urbana.....	12
C. Ecoeficiencia y manejo de residuos sólidos	12
III. Disposición final de residuos sólidos	15
A. Rellenos sanitarios	15
B. Cierre, sellado y reinserción de sitios de disposición final de residuos sólidos	16
IV. Antecedentes generales sobre el manejo de residuos sólidos en Chile	19
A. Diagnóstico.....	19
1. Generación y destino de residuos sólidos en Chile	19
2. Generación de residuos sólidos municipales en la RM	19
B. Legislación vigente.....	20
1. Marco normativo para la gestión de residuos	20
2. Ley sobre bases generales del medio ambiente.....	22
3. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).....	22
4. Política de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS).....	23
5. Plan director de residuos sólidos de la RM.....	24
6. Programa Nacional de Residuos Sólidos.....	24
C. Nueva institucionalidad ambiental	25
D. Chile como país miembro de la OCDE	27
1. Compromisos de Chile frente la OCDE.....	28
V. Experiencias en Chile sobre la reinserción de áreas utilizadas para el vertido de residuos.....	31
A. La Feria	31
1. Antecedentes.....	31
2. Proyecto de recuperación del ex vertedero La Feria	32
3. Oportunidades	34
4. Barreras	35

5.	Recomendaciones.....	35
B.	La Cañamera.....	35
1.	Antecedentes.....	35
2.	Estudio del sellado y reinsertión del antiguo basural La Cañamera.....	36
3.	Oportunidades.....	36
4.	Barreras.....	36
5.	Recomendaciones.....	37
C.	Lo Errázuriz.....	37
1.	Antecedentes.....	37
2.	Descripción del plan de cierre y rehabilitación.....	38
3.	Oportunidades.....	44
4.	Barreras.....	44
5.	Recomendaciones.....	44
D.	Lepanto.....	45
1.	Antecedentes.....	45
2.	Gestión del biogás del relleno sanitario Lepanto. Proyecto de mecanismo de desarrollo limpio.....	46
3.	Oportunidades.....	47
4.	Barreras.....	48
5.	Recomendaciones.....	48
VI.	Evaluación de la ecoeficiencia en la gestión de los residuos: cierre y reinsertión de sitios utilizados para el vertido de residuos sólidos.....	49
A.	Oportunidades.....	49
B.	Barreras.....	50
C.	Recomendaciones.....	51
	Bibliografía.....	53
	Anexos.....	55

Índice de cuadros

Cuadro III.1	Países de América Latina y el Caribe: formas de disposición final por tamaño de población. Disposición por población.....	16
Cuadro IV.1	Evolución de la composición de los RSD en la RM.....	20
Cuadro IV.2	Marco normativo para la gestión de residuos.....	21
Cuadro V.1	Ex vertedero Lepanto: distribución de los desechos domésticos por etapa.....	46
Cuadro A-1	Ex vertedero La Feria: desarrollo de las etapas.....	56

Índice de diagramas

Diagrama II.1	Representación del modelo de metabolismo urbano en el sector de residuos sólidos.....	13
Diagrama IV.1	Organigrama nueva institucionalidad.....	26
Diagrama IV. 2	Organigrama Ministerio del Medio Ambiente.....	27

Índice de imágenes

Imagen V.1	Pozo extracción de áridos La Feria, 1971.....	32
Imagen V.2	Relleno sanitario La Feria, 1980.....	32
Imagen V.3	Sellado del ex relleno sanitario La Feria, 1993.....	33
Imagen V.4	Rehabilitación del actual Parque André Jarlán, 1995.....	34

Imagen V.5	Principales áreas intervenidas relacionadas con el plan de cierre del ex vertedero Lo Errázuriz	38
Imagen V.6	Ex vertedero Lo Errázuriz: obras etapa I.....	39
Imagen V.7	Ex vertedero Lo Errázuriz: plano general de intervención	40
Imagen V.8	Ex vertedero Lo Errázuriz: impermeabilización de taludes	40
Imagen V.9	Ex vertedero Lo Errázuriz: geomanta (malla de fibra de coco) instalada	41
Imagen V.10	Ex vertedero Lo Errázuriz: planta y sistemas para quema de biogás.....	41
Imagen V.11	Ex vertedero Lo Errázuriz: habilitación de zonas de estar y equipamiento urbano	41
Imagen V.12	Ex vertedero Lo Errázuriz: recuperación paisajística y sistema de riego por goteo	42
Imagen V.13	Ex vertedero Lo Errázuriz: introducción de especies vegetales a través de “hidrosiembra”	42
Imagen V.14	Objetivo del proyecto de recuperación de áreas.....	43
Imagen V.15	Ex vertedero Lepanto: terrenos sellados.....	46
Imagen V.16	Ex vertedero Lepanto: sistema de quema controlada de biogás	47
Imagen A-1	Ex vertedero La Feria: desarrollo de las etapas	56
Imagen A-2	Ex vertedero Lepanto: localización general	57

Resumen

La Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (ESCAP) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en asociación con el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-HABITAT), están implementando el proyecto “Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina” que busca promover e incorporar criterios de ecoeficiencia en el desarrollo de infraestructura como base para el ahorro de energía y recursos, así como la disminución de emisiones y la promoción de la inclusión social.

El proyecto busca también mejorar la capacidad institucional para la toma de decisiones ecoeficientes en materia de infraestructura urbana, tanto en el diseño de las políticas como su implementación en los países de ambas regiones. Se pretende que los formuladores de políticas y planificadores puedan evaluar la ecoeficiencia de las decisiones de infraestructura de manera integrada y así adoptar las medidas adecuadas para mejorarla. El proyecto impulsará esta meta proveyendo de herramientas metodológicas de evaluación y propuestas de ecoeficiencia e integración social a los encargados políticos y técnicos de gobierno de nivel nacional y subnacional. De esta forma, el proyecto “construirá” capacidades analíticas y propositivas en estos grupos objetivo, sobre los alcances económicos, sociales y ambientales de la ecoeficiencia a través de actividades de cooperación técnica, investigación y capacitación.

Como referencia al enfoque de evaluación en los niveles: ciudad, proyectos y sectores, se considerará en forma prioritaria la promoción y desarrollo de infraestructura referida a transporte, gestión de residuos, actividades productivas, energía, edificación pública, equipamiento (educación, salud, espacio público) tratamiento de aguas servidas y provisión de agua.

En el marco descrito para el proyecto, el presente documento se inserta en la identificación de prácticas y oportunidades para la ecoeficiencia en el sector de los residuos, presentando casos sobre la recuperación de áreas utilizadas para el vertido de residuos en Chile, trayendo consigo experiencias con beneficios invaluable, desde la perspectiva social, ambiental y de restauración paisajística, entendiéndola como el valor que marca y engrandece la creación de áreas verdes y espacios públicos a nivel de ciudad, haciendo sustentable el pasivo ambiental.

I. Introducción

Es posible señalar, en líneas generales, que la ecoeficiencia está alcanzada a través de la entrega de productos y servicios, que satisfacen las necesidades humanas y entregan calidad de vida, reduciendo en forma progresiva los impactos ecológicos y la intensidad de recursos a través del ciclo de vida, hasta un nivel a lo menos en línea con la capacidad de carga estimada de la tierra.

En el estudio sobre la infraestructura urbana ecoeficiente, la consideración de la importancia de los ámbitos económico, social y ambiental en las áreas urbanas es esencial para orientar el modo en que las ciudades pueden ser planificadas y desarrolladas.

Por lo tanto, este documento estudia uno de los sectores al cual se le ha dado una gran mirada en los últimos tiempos, el sector de los residuos, especialmente estudiando casos de sitios de disposición final, que una vez finalizando su vida útil, estos terrenos han sido rehabilitados, devolviéndolos a su medio natural y con el propósito que la comunidad pueda aprovecharlos de manera recreacional.

En la segunda sección del documento se plantea la necesidad de incorporar la ecoeficiencia en la infraestructura urbana en las regiones de Asia y América Latina, donde, esta última, según cifras oficiales, es una de las regiones más urbanizadas de los países en desarrollo, y donde esta urbanización plantea enormes exigencias para los países, los cuales deben atender de una manera integrada las necesidades de su población. De igual forma, en esta misma sección, se establecen las relaciones entre ecoeficiencia e infraestructura urbana y el manejo de residuos.

En la tercera parte se desarrollan algunos apartados sobre la disposición final de los residuos y se explica de modo conceptual el significado de la realización del cierre, sellado y rehabilitación de terrenos que fueron utilizados para el vertido de residuos.

En el cuarto capítulo se analizan los antecedentes de la política ambiental en Chile, y seguidamente, en la quinta sección, se describen los casos de estudios sobre recuperación de sitios que han sido utilizados para el vertido de residuos (La Feria, La Cañamera, Lo Errázuriz y Lepanto, MDL), estudiando si estos proyectos han cumplido con criterios de ecoeficiencia, viendo sus oportunidades, barreras y recomendando pautas para mejorar la gestión de los mismos y para próximos proyectos de este tipo.

Por último, se evalúa la ecoeficiencia en la gestión de los residuos, específicamente elaborando oportunidades, barreras y recomendando pautas según lo estudiado a lo largo del documento.

II. Necesidad de incorporar la ecoeficiencia en la infraestructura urbana en las regiones de Asia y América Latina

La región de América Latina y el Caribe es la más urbanizada de los países en desarrollo, con alrededor de un 80% de su población viviendo en áreas urbanas. La región continuará urbanizándose alrededor de las próximas dos décadas, cuando la proporción de la población urbana alcanzará un 85%, y para el año 2050 llegará a casi un 90% (*Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, 2009*). Se estima que esta tendencia continuará incrementándose en el tiempo, siendo las megaciudades los espacios que concentrarán preferentemente los mayores niveles de crecimiento de la población. El crecimiento de la población urbana en espacios específicos se asocia a mayores demandas por equipamiento e infraestructura, lo que implica un cambio sustantivo en su desarrollo.

Las ciudades de Asia y de América Latina, en la actualidad, se encuentran en una encrucijada entre la expansión de su infraestructura como soporte del crecimiento económico y los impactos que genera la urbanización acelerada. Por lo tanto, las opciones que se elijan en la actualidad con respecto al desarrollo de infraestructura urbana determinarán la competitividad, la calidad de vida y la sostenibilidad de las ciudades en ambas regiones por las siguientes décadas.

La consideración de la importancia de los ámbitos económico, social y ambiental en las áreas urbanas es esencial para orientar el modo en que las ciudades pueden ser planificadas y desarrolladas, y avanzar así en el desarrollo sostenible para ambas regiones.

A. Objetivos y criterios de la ecoeficiencia

Originalmente, la ecoeficiencia fue una estrategia empresarial fundamentalmente privada, pero cada vez cuenta con mayor apoyo de las instancias públicas. Esta busca un incremento de la productividad de los recursos naturales, así como una reducción en el impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos.

De acuerdo con el Consejo empresarial mundial para el desarrollo sostenible (también conocido por sus siglas en inglés WBCSD, *World Business Council for Sustainable Development*) los principales objetivos de la ecoeficiencia son:

- a) reducir el consumo de recursos minimizando el consumo (energía, materiales, agua, terreno) y aumentando la reciclabilidad y durabilidad del producto;
- b) reducir el impacto en la naturaleza minimizando las emisiones, el derrame de residuos y la propagación de sustancias tóxicas; y
- c) suministrar más valor con el producto o servicio, mayores beneficios a los usuarios (aumento funcionalidad y flexibilidad del producto) entregando servicios adicionales y soluciones a las necesidades de los clientes.

Conjuntamente el WBCSD establece como criterios para la ecoeficiencia i) reducir el consumo de materiales; ii) reducir el consumo de energía; iii) reducir la dispersión de sustancias tóxicas; iv) aumentar la reciclabilidad de los materiales; v) optimizar el uso de recursos renovables; vi) extender el ciclo de vida de los productos, y vii) aumentar la intensidad de los servicios suministrados.

Por lo tanto, la ecoeficiencia consiste en un mejoramiento ambiental en la producción de bienes y servicios obteniendo rentabilidad económica, es decir, involucra un aumento del valor del producto mediante la disminución en el consumo de materiales, energía y con reducción de las emisiones.

B. Ecoeficiencia e infraestructura urbana

Incorporar criterios de ecoeficiencia en el desarrollo de infraestructura urbana es fundamental para la sostenibilidad de las ciudades, ya que el crecimiento urbano depende del desarrollo de infraestructura, y la infraestructura define los patrones de movilidad e interacción en las ciudades.

Las ciudades-regiones, que ahora concentran más de la mitad de los habitantes del mundo, requieren sistemas de infraestructura capaces de entregar diversos servicios y garantizar necesidades básicas (Ness, 2007), siguiendo la lógica de la definición de ecoeficiencia. Siempre ha habido infraestructura en concentraciones humanas que se pueden designar como asentamientos humanos. Por este motivo, para reducir riesgos de salud pública, facilitar la movilidad, generar acceso a energía, agua, salud, educación, saneamiento, entre otros, estas concentraciones requieren una estructura física artificial para soportar el tejido social y la calidad de vida de los habitantes. Así, a través de la ecoeficiencia en los proyectos de infraestructura, como también de un mejor entendimiento de sus impactos sociales y las externalidades positivas y negativas que se puedan generar, el proceso de construcción de ciudades-regiones más sustentables se va consolidando.

Asimismo, la adopción de prácticas ecoeficientes en el desarrollo de infraestructura urbana significaría entonces, crear más valor para los habitantes mientras se reduce la sobreexplotación de los recursos, la producción de residuos y la contaminación.

C. Ecoeficiencia y manejo de residuos sólidos

El sector de los residuos sólidos contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) principalmente a través de la generación de metano a partir de los vertederos, así como pequeñas cantidades de CO₂ a través de la incineración (World Bank, 2010).

El 3% de las emisiones globales de GEI proviene de los desechos sólidos y del tratamiento de aguas residuales (IPCC, 2007), donde la mayoría de los cuales se pueden atribuir a las zonas urbanas. Aunque esto pueda parecer una pequeña fracción de las emisiones globales, esta cifra equivale a 1,32 millones de toneladas de CO₂eq., lo cual ofrece importantes oportunidades de mitigación de GEI.

Asimismo, la generación de residuos sólidos es esencialmente considerada como un problema urbano. Los residentes de una ciudad en general, al tener más ingresos disponibles para gastar en bienes de consumo y servicios, en consecuencia, aumentan la cantidad de residuos sólidos que generan. En Tailandia, por ejemplo, la región metropolitana de Bangkok tiene el doble de la tasa media nacional de generación de residuos (Hiramatsu y otros, 2009).

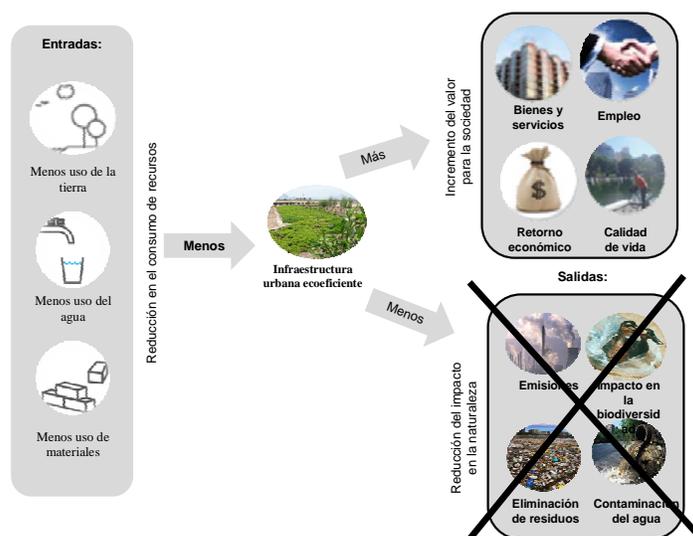
De igual manera, la generación de residuos está directamente relacionada con el crecimiento económico. Como se ha proyectado, los países en desarrollo van crecer y a urbanizarse, y en consecuencia se espera que la cantidad de residuos generados aumente. Por lo tanto, las emisiones de GEI asociados con la gestión de residuos es un área que está recibiendo una creciente atención, así como crece la preocupación sobre el efecto del cambio climático sobre el medio ambiente global.

Por lo tanto, un buen manejo en el sector de los residuos sólidos urbanos (RSU) es un elemento importante de la vida urbana. La protección del medio ambiente, la mejora de la salud pública, la estética y mejora de las finanzas de una ciudad son productos de un sistema de manejo integral de residuos correctamente diseñado y operado (World Bank, 2010).

En este contexto, las prácticas ecoeficientes en el manejo de los residuos sólidos contribuyen a la reducción del consumo de recursos (tales como el uso de la tierra, menos uso del agua y materiales), incrementan el valor para la sociedad (mejora de la calidad de vida, empleo, retorno económico, bienes y servicios), y reducen el impacto en la naturaleza (emisiones, impacto en la biodiversidad, contaminación del agua y la eliminación de residuos) haciendo sustentable el pasivo ambiental (véase diagrama II.1).

En este sentido, con respecto a la reducción del consumo de recursos, se puede hacer una reducción del uso de la tierra si se realiza una planificación de los terrenos que se destinarán para las actividades de disposición final; el menor uso del agua se realizaría por ejemplo en este caso, a través del tratamiento de los líquidos percolados, los cuales pueden ser reutilizados como agua para riego; y se utilizarían menos materiales, ya que el relleno sanitario valorizaría sus residuos para recuperar sus materiales, desde el material pétreo, hasta el cartón, plástico, vidrio, metal, y los cuales se van recuperar para reducir este consumo, y los materiales “rechazo” se transformarían en energía.

DIAGRAMA II.1 REPRESENTACIÓN DEL MODELO DE METABOLISMO URBANO EN EL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS



Fuente: Adaptado de ESCAP/ECLAC, “Are we building a competitive and livable cities? Guidelines for developing eco-efficient and socially inclusive infrastructure”, 2011.

III. Disposición final de residuos sólidos

Como se ha venido desarrollando en los apartados anteriores, se ha visto que el aumento progresivo de la población en el mundo y su nivel de desarrollo han originado en la mayoría de los países un incremento en el volumen de producción de los residuos sólidos. Estos residuos son generados en cantidades importantes y posteriormente deben ser almacenados, recolectados, transportados y finalmente sometidos a procesos de disposición final (algunas veces sometidos a procesos intermedios antes de realizar la disposición final).

A. Rellenos sanitarios

Entre los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, se consideran actualmente a los rellenos sanitarios como la mejor solución técnica, económica y sanitaria.

En muchas ciudades de América Latina y el Caribe, la disposición de residuos sólidos se ha realizado usando distintos tipos de disposición final, como en vertederos no controlados y a cielo abierto, donde, estos métodos no son los más adecuados, ya que no solo han contaminado al medio ambiente, sino que han ocasionado serios impactos ecológicos, paisajísticos y a las poblaciones aledañas. No obstante, con el paso del tiempo, la utilización de rellenos sanitarios se ha incrementado (véase cuadro III.1) debido a la política ambiental y a las normativas que así lo exigen.

Los inconvenientes que genera la disposición final inadecuada mediante el manejo de rellenos sanitarios mal operados, está relacionado con los focos de vectores sanitarios que se desarrollan, tanto dentro del vertedero como en los lugares aledaños, aunando a esto la contaminación de las aguas a través de las napas subterráneas consecuencia de la lixiviación¹ de la basura, y por último la migración del gas. En este sentido, este gas se produce por la descomposición anaerobia de la materia orgánica, generando principalmente metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), llamando a esta mezcla de gases como “biogás”², y considerándolos como gases efecto invernadero (GEI).

¹ El líquido que se acumula en el fondo de un vertedero se conoce como “lixiviado”. En general, el lixiviado es el resultado de la precipitación de la escorrentía no controlada y del agua de irrigación que entra en el vertedero. El lixiviado también puede incluir aguas inicialmente contenidas en los residuos, así como aquellas procedentes de aguas subterráneas que se infiltren (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994).

² Que alcanza plumas (alcance máximo) de contaminación importantes.

CUADRO III.1
PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE^a: FORMAS DE DISPOSICIÓN
FINAL POR TAMAÑO DE POBLACIÓN. DISPOSICIÓN POR POBLACIÓN
(En porcentajes)

Formas de disposición	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	Mega	Grupo
Relleno sanitario	33,4	34,4	49,3	73,7	78,3	54,4
Vertedero controlado	7,0	10,4	25,6	18,7	21,7	18,5
Vertedero a cielo abierto	51,3	46,5	22,2	6,3	b	23,3
Quema a cielo abierto	3,6	7,1	0,8	0,0	b	2,0
Otras formas (cuerpos de agua, alimento de animales, etc.)	4,7	1,5	2,1	1,3	b	1,8

Fuente: AIDIS/OPS/BID (2010), “Evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe”, [en línea] <<http://www6.iadb.org/Residuos/informacion/InfoGrupo.bid.jsessionid=F4CCA9819AB235D5553E1C3473F7FA0C>> [fecha de consulta: 10 de junio de 2011].

^a Argentina, Belice, Estado Plurinacional de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y República Bolivariana de Venezuela.

^b Sin población de ese tamaño cantidad de habitantes: Micro: ≤ 15.000 Pequeño: 15.001-50.000 Mediano: 50.001-300.000 Grande: 300.001-5.000.000 Mega: > 5.000.000.

B. Cierre, sellado y reinserción de sitios de disposición final de residuos sólidos

Un relleno sanitario mal operado, una vez que llega o supera su capacidad para recibir residuos, presenta condiciones ecológicas diferentes a aquel que presenta su entorno, con un comportamiento físico, químico y biológico que constituye un pasivo ambiental de riesgo. Por este motivo, se propone la recuperación del terreno, realizando un estudio del destino final del área para su reinserción al medio natural, y que mitigue por lo menos el impacto paisajístico, evaluándolo desde un punto de vista medioambiental, técnico, económico y de desarrollo social.

Para los rellenos sanitarios, en donde su construcción fue realizada de manera planificada, también se debería contemplar el uso posterior a la finalización de las faenas y devolver estos espacios a su medio natural para el disfrute de la comunidad.

Para ahondar un poco en los términos que se desarrollarán, se entiende por cierre, a la operación que da por finalizada la explotación, se clausura el lugar y se realizan faenas principalmente de desmantelamiento de las instalaciones, de limpieza superficial y colocación de una capa de cobertura final (Espinace y otros, 1998).

El sellado, es la operación realizada después del cierre, en la cual se construyen todas las obras destinadas a mantener los residuos aislados, minimizando los riesgos de contaminación y peligro sanitario, controlando las emanaciones de biogás y líquidos lixiviados, además de conservar bajo control la escorrentía superficial y los problemas que se puedan producir debido a los asentamientos del relleno. También se deben considerar las obras destinadas al monitoreo de gases y lixiviados, que es necesario mantener en el largo plazo (Espinace y otros, 1998).

Eventualmente también es objetivo preparar la superficie para realizar las futuras obras de reinserción, y por ello, se entiende por reinserción a las faenas destinadas a reincorporar el relleno sanitario ya sellado a su entorno, controlando las emisiones de biogás, líquidos lixiviados y los problemas que puedan causar los asentamientos, entre otros, de manera que se impida causar impactos negativos al ambiente y a la salud pública. En esta etapa se debe terminar de implementar las

instalaciones de monitoreo, emplazadas en la etapa de sellado, que sean necesarias para controlar que el emplazamiento no sea causa de contaminación de aire, suelo o agua. La reinsertión, habitualmente tiene alguna de las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional y/o apoyo a algún tipo de estructura (CONAMA/GRS de la PUCV, 2002).

Así, una vez ejecutado el cierre, que garantice el control seguro de las eventuales externalidades ambientales en los ex vertederos, es posible pensar en la recuperación social del terreno por medio de proyectos de rehabilitación paisajística, parques públicos o algún tipo de instalación deportiva, entre otras opciones.

De igual manera, es importante aprovechar estos pasivos ambientales en especial en ciudades que van creciendo vertiginosamente, ya que su integración al paisaje urbano en el natural crecimiento de una ciudad evita el efecto barrera por pérdida de plusvalía.

IV. Antecedentes generales sobre el manejo de residuos sólidos en Chile

A. Diagnóstico

1. Generación y destino de residuos sólidos en Chile

La información sobre la generación y el manejo de residuos en Chile es limitada. En años anteriores se han ejecutado varios estudios sobre la generación de los residuos, en cantidad, por origen así como sus características, y su destino, que en la mayoría de los casos es la disposición final.

Entre 2009 y 2010 se realizó el estudio “Levantamiento, análisis, generación y publicación de información nacional sobre residuos sólidos de Chile” (CONAMA/UdeC, 2010), el cual presenta resultados en base de revisión de estudios anteriores y encuestas a municipalidades, empresas generadoras y destinatarios de residuos. Los resultados del estudio presentan las siguientes estimaciones para el año 2009: una generación de 16,9 millones de toneladas de residuos, de las cuales 6,5 millones de toneladas corresponden a residuos municipales y 10,4 millones de toneladas a residuos industriales. Respecto de su destino, el estudio estima una valorización del 10% del total de los residuos generados. Estos datos no incluyen a los residuos masivos mineros.

Así mismo, respecto de los residuos sólidos municipales depositados, se estima que un 60% se depositó en rellenos sanitarios, que corresponden a las instalaciones que cumplen la reglamentación vigente, 20% en vertederos, correspondientes a instalaciones que cumplen la legislación del año 1980, y 20% en basurales, instalaciones que no cumplen ninguna reglamentación, estas últimas instalaciones se encuentran en zonas rurales y municipios con una cantidad limitada de habitantes. Es importante anotar que desde el año 2006 no hay mayor avance en el mejoramiento de la disposición final en rellenos sanitarios.

2. Generación de residuos sólidos municipales en la RM

En cuadro IV.1 se observa la evolución de la composición de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la Región Metropolitana (RM).

CUADRO IV.1
EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS RSD EN LA RM
(En porcentajes)

Componente	1973	1983	1992	1996	2000	2001	2004
Materia orgánica	73,0	62,2	49,3	44,91	42,29	53,90	45,8
Papel y cartón	16,0	18,9	18,8	20,27	21,85	13,00	17,1
Plásticos	2,2	4,4	10,3	12,50	14,09	12,10	9,7
Vidrios	0,9	1,3	1,6	1,84	2,12	1,60	4,1
Metales	2,8	2,5	2,3	2,38	2,46	3,20	3,7
Textiles y cueros	2,0	3,6	4,3	4,66	5,04	5,40	1,8
Escombros, cenizas y lozas	0,6	6,5	5,9	5,47	5,07	4,00	3,8
Huesos	2,0	0,3	0,5	0,52	0,54	0,30	0,5
Otros (pañales, pilas, varios)	0,5	0,6	7,0	7,43	6,54	6,50	13,4

Fuente: En base a CONAMA/UCV (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Universidad Católica de Valparaíso), 2006.

Según conclusiones de la CONAMA/UCV (2006) se toman en cuenta las consideraciones expuestas en el cuadro anterior, señalando lo siguiente:

- Los estudios realizados en la provincia de Santiago, muestran una variación del porcentaje de materia orgánica con un máximo de 73% para el año 1973 y un mínimo de 42,29% para el año 2000. A pesar que se observa una disminución sostenida de la materia orgánica hasta el año 2000, se produce un incremento para los años 2001 y 2004, sin embargo estos dos últimos datos corresponden a caracterizaciones puntuales y en estricto rigor no deben considerarse en la tendencia, dada su baja representatividad a nivel de la Región Metropolitana.
- Se observa que el plástico se ha incrementado de manera sostenida partiendo de un 2,2% para el año 1973 hasta alcanzar un 14,09% para el año 2000, es decir se ha quintuplicado en cantidad, ello se debe posiblemente a la forma de presentación de productos en envases de plástico desechable principalmente. Nuevamente los resultados del año 2001 y 2004 no presentan la tendencia anterior.
- Para la componente papeles y cartones, no se puede establecer ningún tipo de tendencia, posiblemente debido a la interferencia causada por la recuperación de este material y el desconocimiento de los puntos de toma de muestras, que pueden interferir en el establecimiento de la cantidad real de ese componente en la composición de los residuos.

B. Legislación vigente

1. Marco normativo para la gestión de residuos

El marco normativo en Chile asociado a residuos, data desde enero del año 1968 con la dictación del Código Sanitario³, el cual rige todos los asuntos relacionados con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes, y regula aspectos específicos asociados a higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo.

³ Ministerio de salud pública, Decreto con fuerza de Ley (DFL) 725, *código sanitario* <<http://www.leychile.cl/navegar?idnorma=5595>>.

En 1992 comienza a regir el Decreto Supremo (D.S.) N° 685⁴ en que Chile ratifica el Convenio de Basilea.

En 1994 entra en vigencia la Ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente, la que establece un marco en el cual se debe desarrollar el actuar del sector público y privado, y un desarrollo jurídico adecuado a la garantía constitucional que asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

En 2000 comienza a regir el D.S. N° 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).

En 2005 entra en vigencia el D.S. N° 148⁵, que establece el Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

En 2008 entra en vigencia el D.S. N° 189⁶ que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios, considerando “la necesidad de contar con una regulación moderna y eficaz para la evaluación y manejo de los rellenos sanitarios del país, sean estos operados por personas de derecho público o privado, la que permita evitar concurrencia de contingencias de carácter sanitario ambiental, siendo eficaz en asegurar la prestación de un servicio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables con una calidad, constancia y seguridad adecuadas para el normal desarrollo de las actividades de las localidades, comunas o regiones que concurren a disponer tales residuos en estos establecimientos”. Según este reglamento, se debe indicar todas las actividades a desarrollarse antes, durante y después en el manejo de un relleno sanitario como: descripción del sitio donde se dispondrán los residuos sólidos, el diseño de ingeniería, planes de operación, contingencia, monitoreo y control, cierre, entre otros; donde cada procedimiento es detallado en el mismo reglamento.

CUADRO IV.2 MARCO NORMATIVO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Acto	Año	Materia
DS 685	1992	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación
Res 5081	1993	Declaración final de residuos industriales no peligrosos para establecimientos de la Región Metropolitana
DS 594	2000	Condiciones sanitarias y ambientales de los lugares de trabajo
DS 148	2003	Reglamento sanitario sobre el manejo de residuos peligrosos
DS 189	2005	Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios
DS 45	2007	Normas de emisión para incineración y co-incineración
DS 4	2009	Manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas
DS 6	2009	Manejo de residuos en establecimientos de atención de salud

Fuente: En base a CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), 2010.

⁴ Ministerio de Relaciones Exteriores promulga el "Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación" <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=87460>>.

⁵ Ministerio de Salud aprueba Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458>>.

⁶ Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=268137>>.

En 2007 comienza a regir el D.S. N° 45⁷, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.

En 2010, comienzan a regir dos reglamentos, el D.S. N°4⁸ para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas, y el D.S. N° 6⁹ sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.

La Ley N° 18.695, orgánica constitucional de municipalidades, de 1988, establece que las municipalidades tienen la función privativa de prestar el servicio de aseo y ornato de la comuna, función que no está claramente definida y que es aclarada en parte por el Artículo 11 del Código Sanitario, estableciendo la obligación de los municipios de hacerse cargo de recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados las basuras, residuos y desperdicios que se produzcan o depositen en la vía urbana.

Por su parte, la Ley N° 3.063, sobre Rentas Municipales, de 1979, establece una exención del pago para el servicio de aseo para viviendas o unidades habitacionales con un avalúo fiscal igual o inferior a 225 UTM.

2. Ley sobre bases generales del medio ambiente

La Ley N°19.300 sobre bases generales del medio ambiente confirió a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) la función de administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de manera que los servicios u organismos del Estado con competencia ambiental evalúan, en un solo proceso e instancia, la pertinencia de otorgar sus correspondientes permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales, respecto de un proyecto o actividad.

Asimismo, la ley ha establecido que a los organismos del Estado, que en uso de sus facultades legales participan en el SEIA, les corresponde fiscalizar y velar por el permanente cumplimiento de las normas y condiciones sobre las cuales se aprobaron dichos proyectos o actividades. La competencia para decidir en torno a la imposición de algunas de las sanciones que la ley contempla, se ha entregado a la Dirección Ejecutiva de la CONAMA y a las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMA), según corresponda.

Bajo la perspectiva jurídica e institucional, la Ley 20.417 que creó el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, introdujo varias reformas que apuntan a lograr una mayor integridad regulatoria, introduciendo la consideración del medio ambiente, y también de la sustentabilidad, en las políticas y regulaciones sectoriales. En ese contexto está el anteproyecto de “Ley general de residuos”.

3. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

Uno de los principales instrumentos para prevenir el deterioro ambiental es el SEIA, que se puso en marcha en Chile en 1998. Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos o las actividades que se realicen en Chile. A través de él, se trata de asegurar que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, sean ambientalmente sustentables y de certificar que ellas cumplan con todos los requisitos ambientales que le sean aplicables.

⁷ Ministerio Secretaría General de la Presidencia establece Norma de emisión para incineración y co-incineración <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=265301>>.

⁸ Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Subsecretaría General de la Presidencia, reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas <<http://www.leychile.cl/navegar?idnorma=1007456>>.

⁹ Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública aprueba reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS) <<http://www.leychile.cl/navegar?idnorma=1008725>>.

De igual forma, los proyectos de sitios de disposición final tienen que someterse al SEIA y esto implica que deben presentar condiciones técnicas para minimizar sus efectos negativos sobre el entorno, cumpliendo con la normativa vigente e incorporar desde su inicio, su propuesta de plan de cierre.

Antes que existiese el SEIA, los vertederos se regían por las exigencias del Código Sanitario que por cierto, también contemplan la necesidad de dar un adecuado cese a las actividades. En algunos casos, además, se han sometido al SEIA nuevas iniciativas para asegurar el control de eventuales impactos ambientales y a la vez rehabilitar socialmente estos terrenos.

Según el Artículo 22 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 95 de 2001¹⁰), para dar aprobación a los proyectos o actividades se dicta una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) la cual es un documento emitido por la CONAMA donde hace referencia sobre una vez concluida la evaluación ambiental de un proyecto este contiene un resumen del mismo, presenta los impactos ambientales más relevantes, hace obligatoria determinadas actividades y dicta una guía técnica de la ejecución del mismo.

4. Política de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)

Desde enero de 2005, mediante acuerdo N° 265 del Consejo de Ministros de la CONAMA (compuesto por un Comité técnico con representantes del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Ministerio de Salud, Ministerio de Economía, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administración y la Comisión Nacional del Medio Ambiente), el país cuenta con una política de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) (CONAMA, 2005) y un plan de acción que se extiende hasta el 2010.

Esta política tiene como objetivo “lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector”. Para la implementación de la política se crearon secretarías ejecutivas, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Entre los objetivos específicos planteados en la PGIRS, se han definido:

- crear sistemas de información para la gestión de los residuos sólidos; y
- minimizar los riesgos sanitarios y ambientales producidos por el mal manejo de residuos sólidos.

La PGIRS orienta a la implementación de la estrategia jerarquizada, promoviendo la prevención de su generación y, si su prevención no es posible, fomentar, en este orden, su reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y disposición final, todo ello para efectos de proteger la salud humana y el medio ambiente.

Así mismo, entre las líneas de acción al 2010 de la política, está presente “armonizar y completar el marco regulatorio”.

Una de sus prioridades de acción está centrada en la difusión de la provisión de recursos del Programa de Manejo Sustentable de Residuos Sólidos (Glosa 22 de la Subdere), para mejorar el manejo de los residuos sólidos.

Por su parte, la Secretaría Ejecutiva de residuos sólidos de la RM trabaja desde julio del 2005, en la implementación de la PGIRS, a través del plan director de residuos sólidos. El rol asumido por esta Seremi ha sido articular a los servicios públicos con competencia en el tema, quienes a través de reuniones periódicas, por una parte, convienen las actividades a desarrollar y por otra vigilan el avance y cumplimiento de los compromisos asumidos anteriormente. Forman parte de esta instancia representantes de la Seremi de Salud RM, Seremi de Vivienda y Urbanismo, Gobierno Regional,

¹⁰ Ministerio Secretaría General de la Presidencia, <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=205385>>.

Ministerio de Economía y los representantes de los municipios de la Región (Comisión de Residuos de la Asociación Chilena de Municipalidades y el Consejo de Alcaldes Cerros de Renca).

En relación a esto, actualmente la División de Política y Regulación Ambiental está trabajando en una nueva regulación más completa en el tema de residuos, en la preparación de un proyecto de Ley general de residuos que en breve ingresará al Congreso Nacional. En el espíritu de la ley mencionada se establece la valorización que considera el reuso, reciclaje y valorización energética.

5. Plan director de residuos sólidos de la RM

Es un instrumento, que aborda de manera integral la gestión los residuos sólidos generados en la región, donde, sus objetivos específicos son:

- avanzar en una gestión orientada a la prevención y minimización de residuos sólidos;
- prevenir la generación de nuevos vertederos ilegales y emprender esfuerzos para sanear los ya existentes;
- velar por la adecuada disposición final de los residuos sólidos generados y no valorizados;
- desarrollar mecanismos para obtener y difundir información confiable y oportuna para la gestión eficiente de residuos sólidos.

En función de lo anterior se establecieron los siguientes ámbitos estratégicos:

- prevención y minimización de residuos sólidos;
- erradicación de vertederos ilegales;
- tratamiento y disposición adecuada de residuos sólidos no minimizados;
- información disponible de los residuos sólidos en la Región Metropolitana.

Durante el 2010, y lo que ha transcurrido del presente año, se ha venido trabajando en la ejecución de acciones tendientes a implementar estos cuatro ámbitos estratégicos, principalmente a través del los planes complementarios, a saber: Plan de acción Santiago recicla y Plan de acción metropolitano para la gestión de vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS).

6. Programa Nacional de Residuos Sólidos

El Gobierno de Chile a través de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), cuenta con un Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS).

El objetivo general del PNRS es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales a nivel nacional, a través de la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de los RSD. El PNRS cuenta con dos créditos internacionales para el financiamiento del mismo, el del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por 200 millones de dólares, y el del Grupo Bancario KfW de Alemania (KfW), por un monto total de 44,9 millones de euros, las cuales apuntan a lograr las metas establecidas en los contratos bancarios mediante el financiamiento de las inversiones elegibles descritas en la guía operativa del programa.

Los créditos bancarios del KfW y el BID, contemplan el financiamiento de proyectos de RSD en todo el país. Los recursos del crédito del KfW están dirigidos a financiar proyectos en las provincias de Valdivia, Llanquihue y Osorno; y los recursos del crédito del BID están dirigidos a financiar proyectos en las provincias y regiones.

Las metas del KfW del PNRS son, entre otros:

- i) creación de tres rellenos sanitarios centrales;
- ii) establecimiento de estaciones de transferencia;

- iii) adquisición de maquinaria y equipos para la operación;
- iv) adquisición de vehículos para el transporte a larga distancia;
- v) adquisición de recolección de los residuos sólidos y demás equipos;
- vi) capacitación y asesoramiento a los departamentos técnicos de las municipalidades.

Las metas del BID del PNRS son:

- i) aumentar el porcentaje de residuos sólidos domiciliarios (RSD) con disposición final en instalaciones sanitarias y ambientalmente adecuadas;
- ii) cerrar instalaciones de disposición final de RSD sin autorización sanitaria o ambiental;
- iii) mejorar la capacidad de planificación regional del manejo de RSD;
- iv) mejorar la gestión financiera municipal de RSD;
- v) fortalecer la capacidad de fiscalización y control sanitario y ambiental del Estado.

Los indicadores de resultados de estas metas están orientados a la medición de cobertura y costo-eficiencia del servicio de disposición final, calidad ambiental y sostenibilidad financiera y ambiental de las inversiones.

A partir de agosto de 2011 el programa se define como un programa de carácter local, por lo que las inversiones se financiarán con aporte fiscal, manteniendo las mismas metas definidas en el crédito BID, y manteniendo solo el crédito alemán.

C. Nueva institucionalidad ambiental

El ingreso de Chile a la OCDE ha significado, desde una perspectiva ambiental, el desarrollo de unas nuevas bases del sistema institucional ambiental, que brindan instituciones modernas de coordinación, ejecución y control, acorde al nuevo *status* de Chile como país OCDE. La concreción de dicha idea, es realizada a través de la Ley 20.417/2010, del 26 de enero, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Esta norma plantea una modernización del modelo institucional ambiental, a través de las siguientes ideas centrales: primero, la creación de nuevas instituciones que se constituyen en referentes del nuevo marco ambiental; segundo, introduce importantes modificaciones a la Ley 19.300/1994, sobre bases generales del medio ambiente, que permiten subsanar algunas debilidades del sistema de evaluación de impacto ambiental y resolver los problemas de coordinación entre las competencias sectoriales de los diversos órganos con atribuciones en materia ambiental; y tercero, incluye algunas nociones e instituciones actuales, como el principio ambiental de las “mejores técnicas disponibles” y la “evaluación ambiental estratégica”, entre otros.

Con esta una nueva institucionalidad ambiental constituida por el Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia de Fiscalización, y el Servicio de Evaluación Ambiental, además del Tribunal Ambiental que está en proceso de gestación, lo cual entrega un escenario diferente respecto al manejo de residuos en Chile.

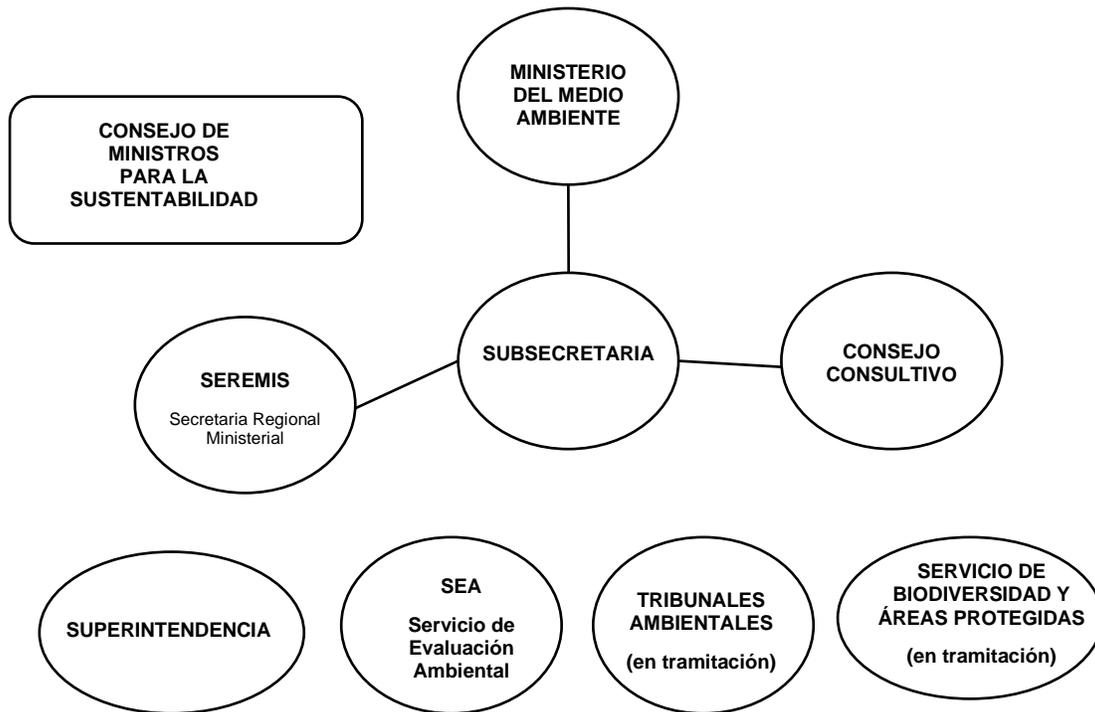
Con fecha 26 de enero de 2010 se publicó en el Diario Oficial la Ley 20.417, que introdujo modificaciones sustanciales a la orgánica ambiental, rediseñando completamente la institucionalidad ambiental de Chile, lo cual se plasmó en las siguientes nuevas instituciones:

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA);
- Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS);
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA);

- Superintendencia del medio ambiente (SMA).

El rediseño institucional se completará con la creación de los tribunales ambientales y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

**DIAGRAMA IV.1
ORGANIGRAMA NUEVA INSTITUCIONALIDAD**



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/1257/w3-propertyvalue-16001.html>>.

El Ministerio del Medio Ambiente está encargado de:

- diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental;
- protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

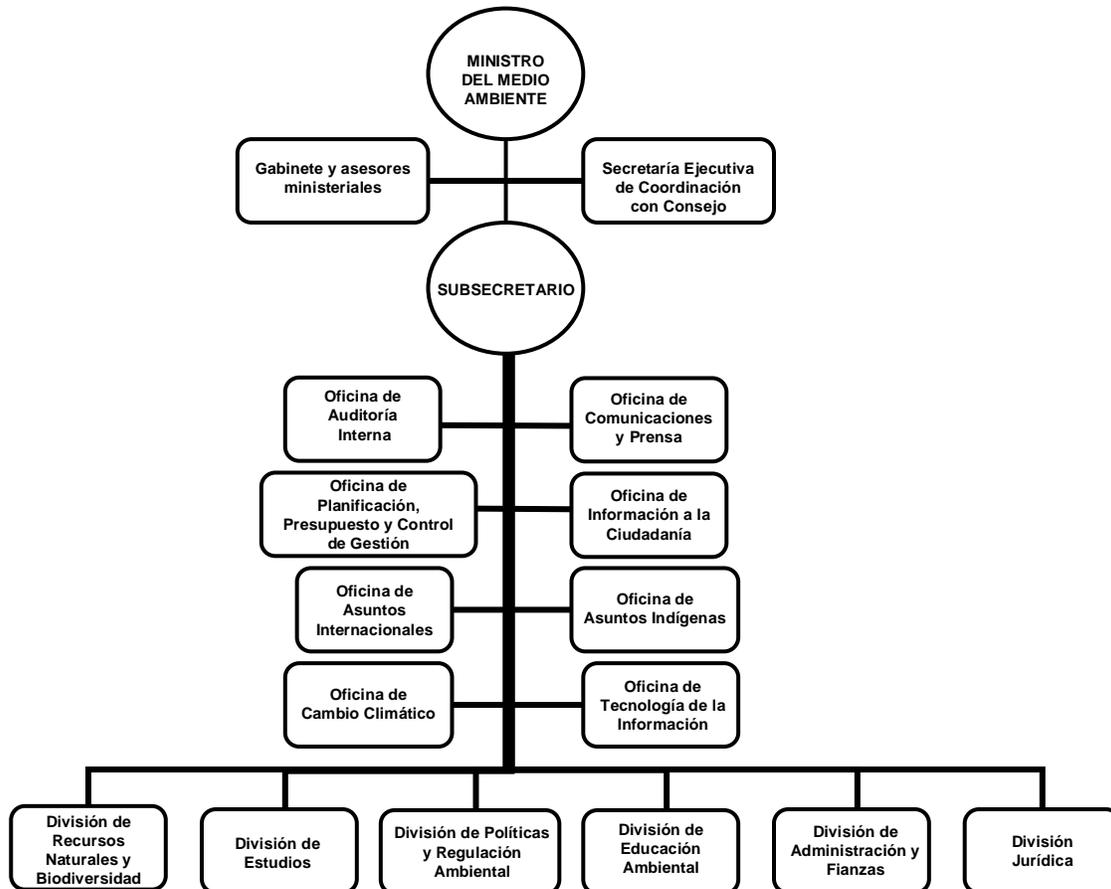
El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad es el órgano de deliberación de la política pública y regulación general en materia ambiental y está compuesto por los ministros de medio ambiente (presidente), agricultura, hacienda, salud, economía, fomento y reconstrucción, energía, obras públicas, vivienda y urbanismo, transportes y telecomunicaciones, minería, y planificación.

Las competencias del Servicio de Evaluación Ambiental son:

- administración del sistema de evaluación de impacto ambiental;
- administración de un sistema de información sobre permisos, autorizaciones de contenido ambiental y líneas bases de los proyectos sometidos al SEIA;
- uniformar criterios y requisitos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del estado competentes;

- proposición de la simplificación de trámites para los procesos de evaluación o autorizaciones ambientales.

DIAGRAMA IV. 2
ORGANIGRAMA MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/1257/w3-propertyvalue-16001.html>>.

Las funciones y atribuciones de la Superintendencia del Medio Ambiente son controlar y fiscalizar el cumplimiento de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las Normas de Calidad Ambiental, de los Planes de Prevención y/o Descontaminación, de los Planes de Manejo cuando corresponda y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley. Las facultades fiscalizadoras y de sanción de la superintendencia están supeditadas a la aprobación del Tribunal Ambiental.

D. Chile como país miembro de la OCDE

En el mes de mayo del año 2010, Chile pasó a ser el primer miembro pleno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en América del Sur; condición que impone un elevado estándar a las políticas públicas en materia ambiental.

Uno de los compromisos de Chile es desarrollar series de tiempo asociadas principalmente a generación, valorización y eliminación de residuos que faciliten la obtención de indicadores.

Adicionalmente, se requiere informar a la población sobre el manejo de residuos, y este reporte cumple con entregar datos cualitativos y cuantitativos en distintos niveles de desagregación (CONAMA, 2010b).

1. Compromisos de Chile frente la OCDE¹¹

Con la entrada en la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Chile se comprometió con el cumplimiento de las decisiones y recomendaciones vigentes. En el área de gestión de residuos estas son las siguientes:

- C(74)223, Recomendación sobre la implementación del principio quien contamina paga;
- C(76)155/Final, Recomendación sobre una política de gestión de residuos;
- C(78)8/Final, Recomendación sobre el reuso y reciclaje de envases de bebidas;
- C(79)218/Final, Recomendación sobre la recuperación de papel y cartón usado;
- C(83)180/Final, Decisión-Recomendación sobre el transporte transfronterizo de residuos peligrosos;
- C(86)64/Final, Decisión-recomendación sobre la exportación de residuos peligrosos fuera del área de la OCDE;
- C(88)90/Final, modificado por C(94)152/Final, Decisión sobre el transporte transfronterizo de residuos peligrosos;
- C(89)88/Final, Recomendación respecto de la aplicación del principio quien contamina paga para contaminaciones accidentales;
- C(90)164/Final, Recomendación sobre la prevención y control integral de la contaminación;
- C(90)178/Final, Decisión-recomendación sobre la reducción del transporte transfronterizo de residuos;
- C(2001)107/Final, la revisión de la Decisión C(92)39/Final, Decisión sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos para operaciones de valorización;
- C(2004)100, Recomendación sobre la gestión sustentable de residuos.

Respecto de una política de gestión de residuos (C(76)155/Final), Chile se comprometió a evaluar y actualizar la política de residuos de 2005, incorporando las guías de la OCDE sobre la reducción en la fuente, el reciclaje, la implementación del Plan comuna limpia y de un sistema de información.

Respecto del reuso y reciclaje de envases de bebidas (Recomendación C(78)8), Chile se comprometió a promover el desarrollo de un mercado eficiente y dinámico e incentivar una cultura de minimización, entre otros por la implementación de la responsabilidad extendida del productor para el sector.

Respecto de la recuperación, reuso y reciclaje de papeles y cartones (Recomendación C(79)218), Chile se comprometió a promover el desarrollo de un mercado eficiente y dinámico e incentivar una cultura de minimización, entre otros a través de la política de gestión integral de residuos y la estrategia de minimización.

Respecto del transporte transfronterizo de residuos (Decisión-Recomendación C(83)180/Final, Decisión-Recomendación (86)64/Final, Decisión (88)90/Final, Decisión (90)178/Final y Decisión (2001)107/Final), Chile ha firmado e implementa el Convenio de Basilea mediante el Decreto

¹¹ Información obtenida a través de la División de Política y Regulación Ambiental.

con Fuerza de Ley 685, de 1992, que promulga el Convenio de Basilea sobre el control del transporte transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación.

Chile se comprometió a elaborar, antes de 2011, un reglamento para la importación y exportación de residuos, que considerará los procedimientos verde (para residuos no peligrosos) y ámbar (para residuos peligrosos); este reglamento establecerá un sistema electrónico de gestión de solicitudes y autorizaciones para ella. Considerando la capacidad instalada para la valorización de baterías de plomo usadas, mediante Decreto Supremo 2, del año 2010, se prohibió su exportación. De este modo, la exportación de residuos peligrosos se limita a policlorobofenilos (PCBs). Se comprometió a implementar un sistema para fiscalizar los destinatarios de estos residuos en terceros países.

Las características de peligrosidad de residuos peligrosos en Chile, establecidas en el reglamento correspondiente, no coinciden con las características de peligrosidad establecidas en la Decisión (2001)107/Final, por lo cual Chile se comprometió a realizar un estudio de homologación de estas características.

Respecto de la gestión sustentable de residuos (Recomendación C(2004)100), Chile se comprometió a minimizar los riesgos sanitarios y ambientales por la mala gestión de residuos, a través de la elaboración de regulaciones complementarias, el mejoramiento la fiscalización y la promoción de mercados de gestión de residuos transparentes.

Adicionalmente, en el marco de la recomendación sobre información ambiental, C(98)67/FINAL, corresponde elaborar y enviar, bianualmente, un informe sobre la generación y el manejo de residuos en el país.

V. Experiencias en Chile sobre la re inserción de áreas utilizadas para el vertido de residuos

A. La Feria

1. Antecedentes

El ex vertedero de La Feria es uno de los mejores ejemplos de sellado y re inserción de grandes sitios de disposición final de residuos sólidos abandonados en Chile. Este sitio de disposición final recibió la mayoría del vertido de los residuos sólidos de la ciudad de Santiago y estuvo activo entre abril de 1977 y agosto de 1984 (Bitrán & Asociados, 2003; GRS de la PUCV¹²).

El área, primitivamente, era un pozo de explotación de áridos, de unas 30 ha aproximadamente y que presentaba una profundidad media del orden de los 20 m (véase imagen V.1).

El vertedero se proyectó disponiendo capas de basura de 3,5 m de altura, compactadas con maquinaria pesada y cubiertas finalmente con 20-30 cm de tierra y escombros de otras partes de Santiago (véase imagen V.2).

La napa subterránea se encontraba protegida de los líquidos percolados con una capa subterránea de arcilla en el fondo de aproximadamente tres m de espesor.

Durante su vida útil el relleno recibió cerca de 2.300 toneladas diarias, llegándose al momento de su clausura (en 1984) a acumular una cantidad de 3,9 millones de toneladas de residuos sólidos.

Desde su clausura hasta el año 1993, el vertedero, en situación de abandono, se constituyó en una zona ubicada en el centro de un área poblacional, generando un impacto negativo, debido principalmente a su condición de lugar clandestino de acopio de residuos, foco de insalubridad y centro de acciones delictuales.

¹² Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso [en línea] <<http://icc.ucv.cl/fondef/fondefescuela/feria1.htm>>.

IMAGEN V.1
POZO EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS LA FERIA, 1971



Fuente: GRS de la PUCV (Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso), 1971.

IMAGEN V.2
RELLENO SANITARIO LA FERIA, 1980



Fuente: GRS de la PUCV (Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso), 1980.

2. Proyecto de recuperación del ex vertedero La Feria

Así como se describió en los antecedentes, el antiguo vertedero La Feria, es un buen ejemplo de cierre, sellado y re inserción de grandes rellenos sanitarios abandonados o que han cumplido su vida útil en la Región Metropolitana de Chile.

El Ministerio de la Vivienda desarrolló a partir de 1993, el proyecto de cierre, sellado y re inserción a parque. El proyecto concluyó su primera etapa, dando paso a un gran parque de 11,7 hectáreas. Además, se construyó sobre el vertedero una conexión vial de suma importancia.

En el proyecto de recuperación del ex vertedero La Feria participó activamente la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). En la investigación desarrollada se analizaron y

evaluaron los diferentes parámetros que intervenían en el destino final que se definió para el área. En base a los resultados obtenidos se plantearon recomendaciones constructivas para el diseño más eficiente del parque y zona de atracción en el ex vertedero La Feria. El proyecto de reinserción se ejecutó entre 1993 y 1997, en donde se reforestó el sector a través del programa de forestación urbana del Ministerio de Vivienda (SERVIU Región Metropolitana).

Las etapas involucradas en la recuperación del relleno fueron la remoción de capas de tierra, tareas ejecutadas con el fin de obtener un ordenamiento de los residuos inherentes, y cobertura no uniforme de aproximadamente 1 metro de espesor (véase imagen V.3).

IMAGEN V.3
SELLADO DEL EX RELLENO SANITARIO LA FERIA, 1993



Fuente: GRS de la PUCV (Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso), 1993.

Adicionalmente se contempló un diseño paisajístico, un sistema de evacuación de aguas superficiales para evitar contacto con líquidos percolados, e impermeabilización del suelo con polietileno de baja densidad, además de un mecanismo de control y monitoreo constante del biogás generado en la etapa de abandono.

Asimismo, la construcción del parque se ejecutó en varias etapas debido a razones técnicas y económicas dando origen finalmente al Parque André Jarlán (véase imagen A-1 y cuadro A-1).

IMAGEN V.4 REHABILITACIÓN DEL ACTUAL PARQUE ANDRÉ JARLÁN, 1995



Fuente: GRS de la PUCV (Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso), 1995.

En relación al comportamiento de las especies plantadas en el terreno del ex vertedero La Feria, actual Parque André Jarlán de Santiago de Chile, se ha reportado una experiencia interesante, ya que la vegetación que se presenta es de generación espontánea y no se aprecian alteraciones como cambio de color en las especies herbáceas o daños en las hojas de algunas especies arbustivas, que puedan atribuirse al aporte de lixiviados y/o a las emisiones de biogás. Así, se puede constatar, que gran parte de la vida útil de las plantas sometidas experimentalmente han tenido un buen resultado, que hoy permite mostrar un parque con vegetación arbórea y arbustiva sana sin mayor problema.

Asímismo, el parque André Jarlán mantiene, junto a las especies vegetacionales, una amplia infraestructura de servicios recreacionales para el público en general, siendo un lugar grato de esparcimiento.

3. Oportunidades

- El desarrollo de este proyecto permite revertir situaciones de impacto directo sobre la población, aportando un espacio seguro para el ocio y disfrute de la comunidad del entorno, que en su totalidad es de alto riesgo.
- En principio, se podría establecer que uno de los factores más importantes en el desarrollo del proyecto fue la integración de los dirigentes vecinales.
- El proyecto, tal cual como fue diseñado por la PUCV, integró a la propia comunidad, preparándola para su manejo, tanto en el orden de la vigilancia del mismo, mantenimiento de jardines, riego, entre otros. Esta acción social de reinserción y protección del parque se efectuó gracias a la colaboración de las juntas de vecinos, cuyos dirigentes fueron preparados como monitores, quienes, para mantener el orden, manejaron sus propios códigos de intervención.
- Uno de los factores importantes que permite hoy día mantener en extraordinarias condiciones al parque, es haber establecido horarios de ingreso.
- Otro factor importante del proyecto, para su sustentabilidad, es haber logrado, mediante pozos profundos obtener el agua para riego, asegurando un monitoreo de las calidades de las aguas.
- La población le había dado la espalda al relleno, y ahora las viviendas abren grandes ventanales hacia el parque.

4. Barreras

- La conexión vial construida sobre el vertedero ha debido someterse a un continuo mantenimiento, donde a pesar de haberse realizado una mejora del área ocupada consistente en la remoción de aproximadamente un metro de relleno y su reemplazo por material granular compactado, se vinieron presentando asientos, que han obligado a constantes reparaciones que deberán continuar hasta que se produzca la estabilización definitiva de los procesos de descomposición. El origen de los asientos, fue acentuado debido a un inadecuado manejo de las aguas de riego del parque y de las pendientes que se definieron en el proyecto.

5. Recomendaciones

- Se debe dar término a la segunda etapa, generando un nuevo proyecto, para mantener un monitoreo de los líquidos percolados que regurgiten sobre la superficie.
- Se hace necesario mantener inalteradamente todos los sistemas de ventilación vertical y el monitoreo de los gases traza que siga generando el relleno.
- Para la ampliación del relleno, se recomienda cuantificar el comportamiento de la vegetación en áreas en las que se desarrollaron en función de la tierra de cobertura y su inundabilidad, es recomendable mantener un control del estricto diseño del sistema de alimentación de energía soterrado en el parque. Estos se presentan como áreas de confinamiento de biogás en concentraciones que podrían provocar algún accidente.

B. La Cañamera

1. Antecedentes

En base a AICE Consultores (1972) y el SERVIU/PUCV (2004), el ex basural La Cañamera se encuentra situado en la comuna de Puente Alto, teniendo una extensión aproximada de 13,2 hectáreas.

El basural La Cañamera formó parte de uno de los siete lugares para la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios con el que contaban las 17 comunas que componían del Área Metropolitana de Santiago. Las comunas tributarias al basural La Cañamera eran las siguientes: San Bernardo, Puente Alto, La Cisterna, San Miguel y La Granja.

Su explotación se inicia en 1962, siendo clausurado en diferentes oportunidades por períodos variables, debido a las deficiencias en los sistemas de operación que se empleaban. Así, de acuerdo al mismo informe, en el basural no se compactaban los residuos ni el material de cobertura y abundaban pequeñas áreas pantanosas y aguas estancadas.

De acuerdo a AICE Consultores (1972), para el año 1972 se recibía alrededor de 1.520 m³/día de residuos sólidos.

Así mismo, según Casanueva (1971), la basura que llegaba a La Cañamera entre 1969 y 1970 era de 922 m³/día para las mismas comunas señaladas, producción de una población de 930.000 habitantes a un promedio de 0,3 kg/hab/día.

De acuerdo a la bibliografía, el área estaba constituida por depresiones no homogéneas, las cuales se fueron rellenando con residuos, obteniéndose espesores máximos del orden de seis metros, y donde no se consideraron sistemas de impermeabilización de fondo.

2. Estudio del sellado y reinserción del antiguo basural La Cañamera

Según el GRS de la PUCV¹³, en 1996 se encomendó a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso la elaboración de un estudio, el cual estaría destinado a servir de antecedente base para la ejecución del proyecto de recuperación del ex-basural La Cañamera.

Este proyecto se enmarcó dentro del programa de Forestación Urbana que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo lleva adelante con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes de Chile.

El objetivo general de este estudio fue realizar un diagnóstico del estado actual del antiguo basural y generar un plan de acción destinado a diseñar el cierre definitivo y reinserción del área a parque urbano, todo ello sustentado en un manejo ambiental adecuado de la superficie afectada.

Como objetivos específicos se definieron:

- una caracterización de los residuos y cobertura constituyentes del basural;
- definición de parámetros geotécnicos como asentamientos y fatigas admisibles;
- determinación de movimientos de tierra mínimos necesarios;
- determinación de presencia de biogás en el terreno;
- determinación de la presencia e impactos de lixiviados existentes en el sector;
- proposición del sistema de evacuación de aguas superficiales;
- proposición del tipo de vegetación más adecuada para introducir en el diseño paisajístico del parque, el que constituye el proyecto de reinserción del antiguo basural La Cañamera.

3. Oportunidades

- La reinserción del antiguo vertedero La Cañamera, es una de las experiencias chilenas que han contado con una mayor profundidad en cuanto a proyecto de ingeniería.
- Esta experiencia contó con una planificación previa, con proyectos de inversión y de ingeniería, y fue realizada dentro de un programa marco, específicamente el Programa de Forestación Urbana del Ministerio de la Vivienda. Su unidad ejecutora fue el Servicio de la Vivienda y Urbanismo Metropolitano y su objetivo principal definido fue generar un plan de acción destinado a realizar el cierre y reinserción a parque de antiguos depósitos de basura emplazados en un área que actualmente se encuentra rodeada de núcleos urbanos, sustentado en un manejo ambientalmente adecuado de la superficie afectada.

4. Barreras

- El caso de La Cañamera responde al típico vertido de residuos sólidos que funcionó en base a las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud y al antiguo Decreto Supremo N° 02444 sobre condiciones mínimas de manejo de basurales.
- Ante la falta de planificación urbana para localizar vertederos, el vertedero La Cañamera se desarrolló como sitio de disposición final aprovechando un área degradada o una hondonada producto de una excavación.
- La Cañamera era una laguna con un alta densidad de cañamo. Esta laguna se fue secando y se relleno de residuos en forma errática. Esta área finalmente fue impactada como un vertido incontrolado ante la falta de proyecto y la localización que esta tenía.

¹³ Grupo de Residuos Sólidos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso [en línea] <<http://icc.ucv.cl/fondef/fondefescuela/fondef.htm>>.

- Al crecer la ciudad y no considerar el ordenamiento territorial donde se localizan pasivos ambientales y futuras instalaciones, los propietarios proceden a cercar el área impactada procediendo a vender todo el entorno en grandes planes habitacionales. Posteriormente, ante migraciones difusas de gas y algunas excavaciones se vuelve a actualizar el denominado relleno de La Cañamera a quien se le adjudica una serie de enfermedades que sufre la población del entorno, sin que ninguna investigación seria haya podido comprobarlo.

5. Recomendaciones

- Se recomienda ejecutar el proyecto de confinamiento o descontaminación, e implementar un área de recreación, con un monitoreo de aire, agua y suelo que asegure a sus vecinos, una adecuada calidad ambiental del entorno.
- La falta de planificación urbana o planes de orientación de vertido representan una barrera para quienes desean implementar proyectos de urbanización.
- Es una oportunidad el desarrollo de planes de orientación de vertidos, que permita dentro de una estrategia ambiental y los planes de gestión integral, definir el punto donde se desarrollarán las instalaciones de tratamiento intermedio o final.

C. Lo Errázuriz

1. Antecedentes

Según CONAMA/PNUD (2009), el origen del vertedero Lo Errázuriz se remonta a 1952, año en que comenzó a recibir escombros y basuras provenientes de diferentes lugares del Gran Santiago.

Cabe mencionar, que en Lo Errázuriz, los trabajos de disposición de residuos sólidos domiciliarios e industriales asimilables a domiciliarios, comenzaron a realizarse en septiembre de 1984 por una empresa contratista, pero dificultades operativas originadas al interior del relleno sanitario, concurrieron al término del contrato con la empresa encargada de las obras, llevando al Consejo de Alcaldes a tomar la decisión de formar una empresa, como sociedad de responsabilidad limitada, que asumiera la construcción del proyecto.

Así, en 1986, surge la Empresa Metropolitana de Disposición y Tratamiento de Residuos Ltda. (EMERES Ltda.¹⁴), encargada del diseño, construcción y operación del proyecto de relleno sanitario y haciéndose cargo, como ente responsable de las faenas del relleno en forma definitiva en marzo de 1987.

Asimismo, y según Bitrán & Asociados (2003), dentro de este nuevo escenario se implementó un proyecto de recolección y utilización de biogás a través de una compañía de gas local (GASCO). Esta explotación se llevó a cabo entre los años 1984 y 1994, momento en el que el relleno sanitario cerró sus operaciones (las operaciones del relleno finalizaron en septiembre de 1995). Además, al año siguiente, GASCO S.A. constituyó Metrogas S.A. con el objetivo de desarrollar el proyecto de distribución vía red del gas natural proveniente de Argentina en la Región Metropolitana a partir de la red de gas de ciudad, con lo que desestimó continuar con el aprovechamiento del biogás que se generaba en el relleno.

¹⁴ Cabe mencionar que EMERES Ltda. gestiona y administra los residuos sólidos domiciliarios de 21 municipios de la Región Metropolitana, como: Santiago, Ñuñoa, San Miguel, La Cisterna, Providencia, La Florida, Maipú, La Granja, La Reina, San Ramón, La Pintana, Macul, Peñalolén, Estación Central, San Joaquín, El Bosque, Recoleta, Cerrillos, Independencia, Pedro Aguirre Cerda y Lo Espejo.

Durante su vida útil, el relleno Lo Errázuriz se convirtió en el vertedero más importante de la Región Metropolitana alcanzando a recibir el 60% de la totalidad de los desechos. Este relleno, además de los residuos domiciliarios, recibía residuos provenientes de la industria alimenticia, supermercados, aeropuerto, entre otros. El flujo de vehículos alcanzó casi 700 camiones diarios al final de su vida útil, lo cual significó que en las horas de mayor movimiento, cerca del mediodía, ingresaban cinco a seis camiones por minuto. El ingreso mensual promedio alcanzó las 90.000 toneladas (3.000 toneladas diarias).

Para tener una visión más amplia del terreno del ex vertedero Lo Errázuriz, este se encuentra subdividido en cuatro sectores (véase imagen V.5). En el sector oriente (parque I) existe una superficie de aproximadamente de tres hectáreas, que en 1999 se convirtió en el Parque Lo Errázuriz, alzándose como un área verde de grandes dimensiones y de gran impacto urbano, cuya construcción se concluyó en 2001. De igual manera, se destaca la existencia de otro parque (parque II) que constituye la recuperación del primer sector del ex vertedero. En el extremo izquierdo (etapa I) aparece un sector que corresponde a 10 hectáreas (de administración municipal). En este sector se han realizado los proyectos de saneamiento para la recuperación del ex vertedero y la quema de biogás. El sector central (etapa II) corresponde a 20 hectáreas (propiedad del Gore RM) y que actualmente se encuentra sin intervención pero con la intención de desarrollar un proyecto que complemente el trabajo realizado en la etapa I.

IMAGEN V.5
PRINCIPALES ÁREAS INTERVENIDAS RELACIONADAS CON EL PLAN DE CIERRE DEL EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ



Fuente: Seremi de Medio Ambiente RM, 2011.

2. Descripción del plan de cierre y rehabilitación

Obras de recuperación, Etapa I

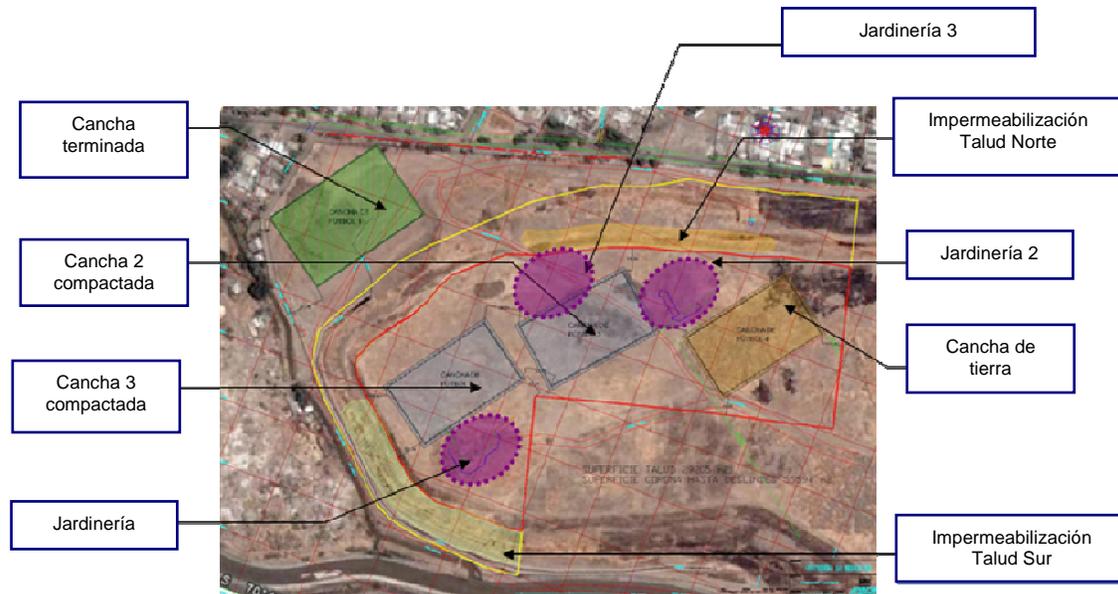
Las obras de recuperación de la etapa I del ex vertedero Lo Errázuriz, corresponde a dos proyectos: el primero es de carácter ambiental, que se hace cargo de la gestión de gases, lixiviados, aguas lluvia y asentamientos del terreno, que fue cerrado hace más de una década, y el segundo forma parte de un proyecto mayor e integral de “Recuperación de suelos y construcción de canchas”, que

desarrolla la Municipalidad de Estación Central, el cual se enmarca dentro del uso recreativo, deportivo y cultural que se contempla para el Parque Lo Errázuriz, ex Relleno Sanitario Lo Errázuriz.

Para la implementación del proyecto ambiental, se consideró la impermeabilización de la superficie de taludes equivalente a 40.000 m², la construcción de 17 pozos de extracción y sistema de conducción de biogás, la construcción de una planta de captación y preparación para la quema del biogás y las unidades posteriores para su quema (flare), así como el desarrollo de las obras hidráulicas necesarias para evitar la infiltración de flujos de aguas lluvias en el depósito (estas obras civiles de saneamiento se explican con más detalle en el siguiente apartado).

Ambos proyectos se desarrollaron en forma paralela, por varias empresas que tienen experiencia en proyectos de paisajismo y áreas verdes, las cuales, realizaron sus actividades con otras que realizaron acciones tendientes a manejar adecuadamente las variables ambientales de interés dentro del ex vertedero.

IMAGEN V.6
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: OBRAS ETAPA I



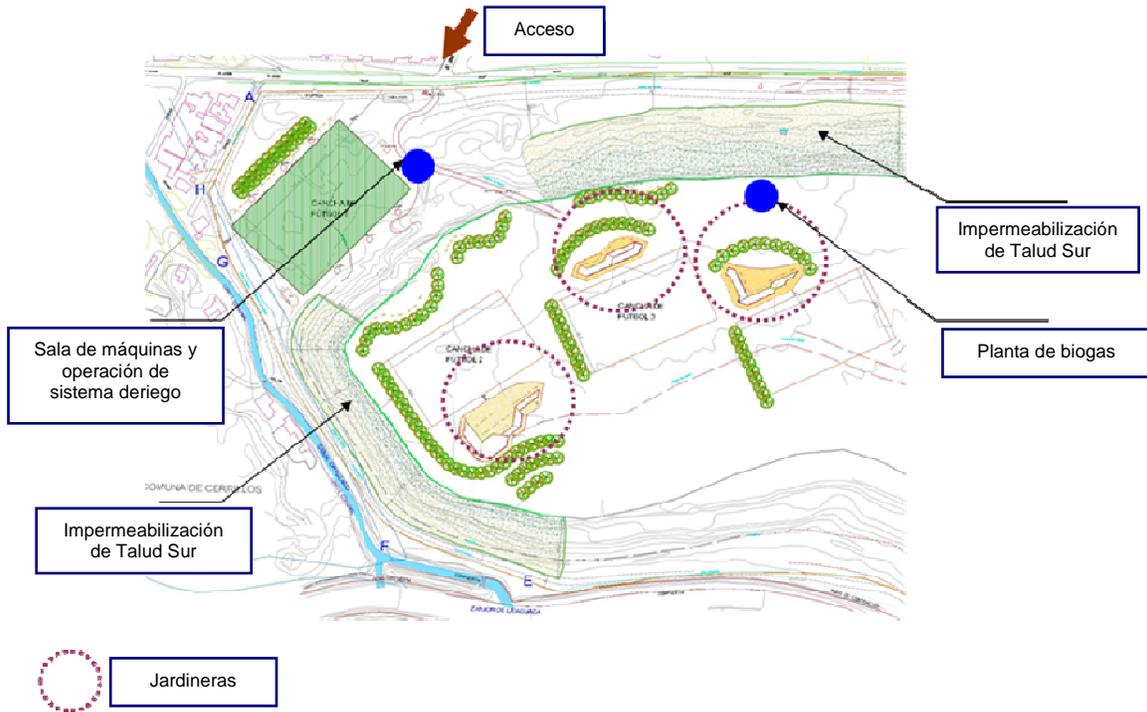
Fuente: Estación Central, "Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz", 2009.

Obras civiles de saneamiento

Según el informe final de CONAMA/PNUD (2009), el proyecto de impermeabilización en las zonas de taludes en el ex vertedero, privilegió la condición de hermeticidad, para dejar como única opción de salida del biogás los pozos de drenaje construidos y evitar la infiltración de aguas lluvia a las masas de basuras.

El sistema de impermeabilización instalado, corresponde a una lámina de geotextil y una lámina de polietileno de alta densidad, las cuales fueron ancladas en una serie de canaletas, construidas a lo largo del talud, que posteriormente fueron rellenos con tierra vegetal para evitar el movimiento. Sobre este sistema de impermeabilización, se instaló también una geomanta (malla de fibra de coco), cuyo propósito es permitir el crecimiento y consolidación de la vegetación en taludes mediante la plantación de especies del tipo cubresuelos (véase diagramas V.8 y V.9).

IMAGEN V.7
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: PLANO GENERAL DE INTERVENCIÓN



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

IMAGEN V.8
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: IMPERMEABILIZACIÓN DE TALUDES



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

Asimismo, se construyeron 17 pozos en la superficie de los taludes con una profundidad promedio de cinco metros, y una separación de 40 metros. En la parte superior de cada pozo se instaló una válvula de paso de biogás, para medir los registros de composición y calidad del biogás (véase imagen V.10).

**IMAGEN V.9
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: GEOMANTA (MALLA
DE FIBRA DE COCO) INSTALADA**



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

**IMAGEN V.10
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: PLANTA Y SISTEMAS PARA QUEMA DE BIOGÁS**



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

**IMAGEN V.11
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: HABILITACIÓN DE ZONAS
DE ESTAR Y EQUIPAMIENTO URBANO**



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

Se instalaron escaños de plaza (o bancos) y basureros del tipo capsular en todas aquellas zonas asociadas a áreas de estar, para continuar con la línea impuesta por las jardineras.

Se consideró un sistema de riego por goteo (véase imagen V.12) para la totalidad de las áreas a regar, cuya operación permite determinar los tiempos y frecuencias de apertura del sistema según las necesidades de las especies vegetales incluidas en la obra, como la época del año a mantener en el espacio verde.

IMAGEN V.12
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: RECUPERACIÓN PAISAJÍSTICA
Y SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

Algunas de las ventajas de este sistema son: evita pérdidas de agua en los límites de las áreas verdes, ya que no hay derrames en veredas, pavimentos o confinamientos; se ajusta a condiciones de suelo y cultivo; otorga humedad limitada y localizada en el sistema radicular del cultivo, aportando pequeños caudales; posee un sistema de mecanizado a presión que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo de manera uniforme; tiene una eficiencia del 90 a 95%; posee alta eficiencia en terrenos con topografías irregulares, suelos poco profundos o con problemas de infiltración o en predios donde el recurso hídrico es escaso.

Obras de recuperación de suelos

Se realizó un trabajo de “hidrosiembra” (véase imagen V.13) que consiste en la aplicación de una mezcla de semillas, fertilizantes, aditivos promotores de la germinación, resinas estabilizadoras, *mulch* orgánico y agua, utilizando una máquina especialmente diseñada para tal fin.

IMAGEN V.13
EX VERTEDERO LO ERRÁZURIZ: INTRODUCCIÓN DE ESPECIES
VEGETALES A TRAVÉS DE “HIDROSIEMBRA”



Fuente: Estación Central, “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, 2009.

Mediante este sistema se puede consolidar vegetación en superficies estables con cualquier tipo de inclinación o superficies planas, por lo cual es óptimo para la protección de taludes en cortes o terraplenes como así también crear áreas deportivas o de esparcimiento con césped tradicional.

La introducción de vegetación arbórea se realizó considerando las características del área del proyecto, es decir, con sustratos poco profundos, influencia del viento y orientados a espacios de uso público, donde predominarán las actividades recreativas y deportivas.

Futuras obras de recuperación, Etapa II

Según el proyecto “Normalización y recuperación áreas ex vertedero Lo Errázuriz 2° etapa” (Gore RM, 2011), las futuras obras de recuperación correspondiente a 20 hectáreas, todavía se encuentra en evaluación. Así mismo, para este proyecto, la tecnología planteada es la más básica, y está directamente relacionada con la gestión del biogás mediante una unidad de extracción forzada y quema controlada, y con los lixiviados, mediante la construcción de una planta de tratamiento de lixiviados (si el volumen lo amerita). También se espera realizar una impermeabilización de la corona y taludes, para evitar la generación de nuevos lixiviados, con el consecuente impacto ambiental para la población, referido a olores y derramamiento a las poblaciones aledañas.

“En cuanto a la recuperación general de áreas (véase imagen V.14), como actividad inmediatamente posterior al proceso de saneamiento, se considera la construcción y habilitación de espacios insertos en el área total, bajo el contexto y concepto de áreas verdes, entendidas como la generación de zonas propicias para el desarrollo de actividades comunitarias y de esparcimiento, relacionadas y conectadas a través del planteamiento de circulaciones vehiculares, peatonales y ciclovías que entregarán la posibilidad de aprehender el área desde una perspectiva total y, en términos de escala intercomunal.

Así mismo, y teniendo como idea global de intervención un espacio verde, toma fuerza la introducción de especies vegetales en el área, con el fin de generar una cobertura verde, acorde y coherente con la recuperación de una zona altamente degradada”.

IMAGEN V.14 OBJETIVO DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS



Fuente: Gore RM (Gobierno Regional de la Región Metropolitana), “Normalización y recuperación áreas ex vertedero Lo Errázuriz 2° etapa”, marzo de 2011.

3. Oportunidades

- En términos generales, la recuperación del ex vertedero Lo Errázuriz surge como una posibilidad real de entregarle a la comunidad un espacio verde, de carácter público en el cual las intervenciones se realizaron a escala humana pensando en el uso, necesidades y deseos reales de los futuros usuarios.
- Así mismo, la recuperación del suelo del ex vertedero Lo Errázuriz es un proyecto de ingeniería que cumple las condiciones para la contención de la contaminación de aire, agua y suelo.
- El proyecto original del relleno realizado por EMERES el año 1986, muy completo para las exigencias que existían en esa época, no profundizaba en el destino final del área. Esta debilidad es comprensible dada la importancia del tema en esos años. Sin embargo, en 1995 se genera el informe "Programa de cierre del relleno sanitario Lo Errázuriz", el que es un buen documento sobre cierre y reinserción. Al finalizar su operación se contaba con 10 hectáreas convertidas en áreas verdes, mas el proyecto de un parque de tres ha y un monitoreo de control ambiental. Esta solución, si bien es buena para los fines propuestos, es de un costo aún elevado para la mayoría de la realidad chilena.

4. Barreras

- El vertedero Lo Errázuriz fue cerrado oficialmente en el año 1995, para lo cual se realizó el estudio de plan de cierre para el mismo. Este se retrasa por lo menos cinco años para iniciar la ejecución de las obras, lo cual implicó probabilidades muy altas de que los componentes agua, suelo y aire hayan sido afectados por no haber mantenido el debido control.
- Debido al atraso en la realización de las obras de recuperación del terreno del ex vertedero en la Etapa II, han venido existiendo problemas con la seguridad del recinto (CONAMA, 2009).
- A la fecha se está a la espera del informe final con los antecedentes pendientes de este proyecto, a saber, que debe considerar entre sus productos, la presentación del nuevo Plan de Cierre del ex vertedero (CONAMA, 2009).
- La situación de los residuos industriales depositados en el ex vertedero es crítica, pudiendo inminentemente transformarse en un foco de incendio y emanación de toxinas a la atmósfera, además de los probables daños que ya ha sufrido el componente suelo (CONAMA, 2009).

5. Recomendaciones

- En el diseño del área verde se deberá considerar la integración y la flexibilidad programática.
- En el aspecto de seguridad, es recomendable el desarrollo de un proyecto con vegetación sin obstrucción visual ni desarrollo de zonas sombra que sean nichos de atracción delictuales.
- Es importante la consideración de superficies de riego que obviamente deban ser equilibradas con la propia agua disponible en el área.
- Para realizar la recuperación completa de manera inmediata de todas las hectáreas del terreno, es recomendable iniciar la etapa II lo más pronto posible, para que este espacio pueda ser devuelto a su medio natural y disfrutado por los habitantes.

D. Lepanto

1. Antecedentes

Según el CDM PDD de la UNFCCC¹⁵, el vertedero Zona Sur de Santiago o vertedero Lepanto se encuentra localizado en la comuna de San Bernardo, aproximadamente a cuatro km al sur del cruce de la Avenida El Mariscal con el camino Los Morros (véase imagen A-2).

Dicho vertedero se desarrolló sobre el piso de una laguna de áridos, formada en el transcurso del tiempo, derivada de la extracción autorizada de áridos. La conformación del vaso del depósito, de material característico de los afluentes fluviales, y que se encuentra en la hoya de paso del río Maipo, ofreció condiciones favorables para la instalación de un vertedero, debido a la estratigrafía¹⁶ asociada al sitio.

El vertedero Lepanto¹⁷ operó por un período de 24 años, y recibió residuos sólidos domiciliarios, provenientes de diferentes comunas de la Región Metropolitana. Cabe mencionar que el vertedero no recibió residuos industriales, mineros o peligrosos.

Así mismo, la forma de construcción desarrollada involucró la técnica de celdas, formando terrazas sucesivamente, las que eran cubiertas diariamente con material proveniente de la misma zona. La superficie involucrada en el vertedero alcanza a un total de 24,8 hectáreas, que fueron desarrolladas en tres etapas, como sigue:

- Etapa I, para un total de 18 hectáreas, desde 1979 a una parte del año 1998;
- Etapa II, comprendiendo unas 6,8 hectáreas, desde 1998 a 1999;
- Etapa III, desarrollada encima de la Etapa I, desde 1999 hasta el año 2002.

En otras palabras, las tres etapas involucraron dos áreas de superficie. Los residuos recibidos en cada etapa se reflejan en el cuadro V.1.

Durante el desarrollo del vertedero, se fueron construyendo chimeneas, del tipo bastidor, desarrolladas en progresión vertical; esto significa que al alcanzar la parte superior de la chimenea con los residuos, se procedía a extenderla unos dos metros más, y así sucesivamente, hasta alcanzar la altura de coronación del depósito.

Estas chimeneas en la etapa actual del vertedero se han consolidado por medio de tuberías del tipo hormigón y son encendidas de manera periódica.

Las aguas lixiviadas, una vez colectadas por sistemas de recepción y conducción (canales abiertos), son llevadas a una piscina de contención de líquidos en donde son evapotranspirados. El vertedero ha sido mantenido e implementado en su etapa de cierre.

¹⁵ Descrito en base al Project Design Document (CDM PDD) de la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), [fecha de consulta: 19 de septiembre de 2011] [en línea] <http://cdm.unfccc.int/filestorage/Y/R/L/YRL45YEH5J4GJIYOGWCRQOWR4MM7CQ/PDD%20version%204%20_13-1-2006_pdf?t=WjR8bHMxNGExfDDi6ZaXq8M6gEOjDWyiW2x9>.

¹⁶ Esto se encuentra refrendado por el estudio de mecánica de suelos del año 1996, desarrollado por GEOCAP, que presenta estratigrafía hasta los 120 m, concluyendo que los distintos estratos proveen un coeficiente de permeabilidad de 10^{-7} cm/seg. Cabe mencionar que las aguas subterráneas se encuentran a más de 100 m de profundidad.

¹⁷ Vertedero de Lepanto Ltda., es el propietario del relleno sanitario, que delegó su funcionamiento a la Empresa de Residuos Municipales (EMERES) para el período 1996-2002. Esta última empresa es responsable del plan de cierre del vertedero. A pesar de la participación de Emeres, tanto la tierra, así como los derechos del biogás son propiedad de Vertedero Lepanto Ltda., y han sido dados en concesión a la empresa Aconcagua S.A.

CUADRO V.1
EX VERTEDERO LEPANTO: DISTRIBUCIÓN DE LOS DESECHOS
DOMÉSTICOS POR ETAPA

Etapa	Residuos (toneladas)
I	5 374 101
II	2 165 000
III	1 997 000
TOTAL	9 536 101 ^a

Fuente: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), “Lepanto Landfill Gas Management Project”, [fecha de consulta: 19 de septiembre de 2011] [en línea] <http://cdm.unfccc.int/filestorage/Y/R/L/YRL45YEH5J4GJIYOGWCRQOWR4MM7CQ/PDD%20version%204%20_13-1-2006_pdf?t=WjR8bHMxNGExfDDi6ZaXq8M6gEOjDWyiW2x9>.

^a Este total puede diferir de las cifras en las facturas por los escombros y ramas de poda que han sido excluidos.

IMAGEN V.15
EX VERTEDERO LEPANTO: TERRENOS SELLADOS



Fuente: Visita técnica, 2010.

2. Gestión del biogás del relleno sanitario Lepanto. Proyecto de mecanismo de desarrollo limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), es uno de los mecanismos de flexibilidad contemplados por el Protocolo de Kyoto, el que nace como respuesta a la necesidad de aunar un doble objetivo:

- reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los países desarrollados (países Anexo I) de acuerdo a los compromisos de reducción adquiridos en Kyoto;
- contribuir al desarrollo sostenible en los países en vías de desarrollo y economías en transición (países no Anexo I) no sometidos a compromisos de reducción de emisiones.

A grandes rasgos, el MDL consiste en que una compañía o entidad perteneciente a un país no-Anexo I puede transferir las reducciones de emisiones de gases efecto invernadero realizadas a través

de un proyecto del MDL a una compañía o entidad de un país Anexo I, para que sea utilizado como parte de sus metas de reducción de emisiones.

De acuerdo a lo anterior y en el marco de las tecnologías insertas en proyectos de MDL, el proyecto para el vertedero Zona Sur de Santiago (cerrado en 2002), se realiza con el fin último de generar reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, el cual consiste específicamente en el desarrollo de la impermeabilización de los depósitos de basura existentes en el vertedero, la captación del biogás¹⁸ mediante pozos de extracción, la construcción de un sistema de conducción del biogás captado a una planta de biogás, junto a una planta de tratamiento de lixiviados; todo ello, en pos del objetivo de lograr la destrucción del biogás emanado del vertedero a través de una quema controlada y de alta eficiencia. El tiempo de vida esperado de funcionamiento de la actividad del proyecto es de 25 años. A pesar que el vertedero fue cerrado, el proyecto necesita llevar un seguimiento hasta que el biogás termine su vida útil.

IMAGEN V.16
EX VERTEDERO LEPANTO: SISTEMA DE QUEMA CONTROLADA DE BIOGÁS



Fuente: Visita técnica, 2010.

La estimación anual de reducción de emisiones del proyecto en toneladas de CO₂eq son 400.350. La reducción de emisiones han sido validadas, verificadas y certificadas por una entidad competente (Entidad Operacional Designada en términos de la UNFCCC) a fin de que estas reducciones puedan emplearse para dar cumplimiento a los objetivos de reducción de emisiones adquiridos en Kyoto por el país Anexo I. Todo este proceso está supervisado por el ente regulador del Mecanismo de Desarrollo Limpio, el Consejo Ejecutivo (Executive Board, EB) y previamente autorizado por las autoridades nacionales competentes.

3. Oportunidades

- Lepanto es un relleno sanitario que nace como una simple descarga en un área autorizada en la que se extrajo áridos. Este relleno, si bien es cierto, reunía condiciones para su desarrollo y termina siendo un buen relleno sanitario, cumpliendo su vida útil.

¹⁸ El biogás generado por la maduración del depósito de residuos, es extraído mediante chimeneas separadas aproximadamente por 25 m de distancia, que nacen desde el fondo del vertedero, para luego ser quemado, evitando que la concentración de metano llegue a niveles de explosión.

- La mejora en la tecnología que forma parte del proyecto, supone una mejora notable en comparación con los requisitos nacionales de reglamentación para el cierre de los vertederos. También representan un avance significativo en comparación con los estándares de cierre definido específicamente para el relleno sanitario de Lepanto y en comparación con las posibilidades de cumplimiento por parte de su gestión actual.
- La combustión a través del sistema de quema evita la contaminación del medio ambiente y contribuye a la mejora la salud pública.
- A pesar que el vertedero fue cerrado, el proyecto necesita llevar un seguimiento hasta que el biogás termine su vida útil, y por tal motivo la mano de obra es necesaria.
- El proyecto también podría incluir la generación de energía eléctrica o térmica en el futuro.

4. Barreras

- Desarrolla un proyecto de recuperación de biogás que dada la forma de disposición y la calidad de los suelos de cobertura, presenta dificultades a la hora de evaluar los volúmenes de gas extraídos.

5. Recomendaciones

- En Chile, no se tienen leyes específicas que establezcan el grado de recolección de biogás requerido en un relleno sanitario, excepto únicamente para ventilarlos y así evitar el almacenamiento de gases peligrosos.

VI. Evaluación de la ecoeficiencia en la gestión de los residuos: cierre y reinserción de sitios utilizados para el vertido de residuos sólidos

A. Oportunidades

Los sitios de disposición final elegidos como casos de estudio en la Región Metropolitana de Chile, fueron sitios que se iniciaron informalmente como vertederos o botaderos de residuos, donde algunos habían sido pozos de extracción de áridos (como el caso de La Feria, Lepanto y Lo Errázuriz), que no contaban con ningún tipo de control (sanitario y ambiental), y en donde se llegaron a generar focos de contaminación a causa de los vertidos incontrolados de los residuos sólidos domiciliarios. A pesar de esto, y como un mecanismo para realizar mejoras operacionales en estos rellenos, es que las autoridades sanitarias y ambientales de la época, decidieron controlar estos casos estableciéndolos como vertederos controlados y/o rellenos sanitarios.

Siguiendo esta misma línea, para evitar concurrencias de carácter sanitario y ambiental, y de acuerdo a las políticas de gobierno, es que se instaura el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en el año 1997, donde todos los proyectos de rellenos sanitarios deben someterse a una evaluación de sus impactos ambientales y a todos se les exige proyectos de ingeniería ambiental dirigidos precisamente a minimizar sus impactos, controlando las emanaciones de biogás, generación de líquidos percolados, el tipo y cantidades de residuos que ingresan al relleno, entre otras variables.

Asimismo, y desde la inclusión del reglamento sobre el manejo de rellenos sanitarios (189/2005), se han producido en Chile importantes avances en cuanto a conocimiento tecnológico, administrativo y operacional. Esta gran ventaja hace que la gestión en rellenos sanitarios desde el momento de su planificación, permita evitar concurrencias de carácter sanitario y ambiental, asegurando no hayan impactos significativos al medio ambiente y a la salud humana.

De esta manera, los rellenos modernos de la Región Metropolitana (relleno sanitario Santa Marta, Santiago Poniente y Loma Los Colorados) incluyen sistemas de captación, quema y hasta recuperación de biogás, tratamiento de lixiviados, entre otras variables, con el propósito de ir controlando y mitigando los impactos generados por el vertido de residuos. Así, con este

mejoramiento institucional, es posible dar por hecho que se está contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero, especialmente en controlar las emisiones de biogás.

Puede decirse que, se han adoptado regulaciones que están en vías a ser aplicadas de manera integral, dando lugar a nuevas disposiciones institucionales que van desde leyes, normativas y reglamentos, y que son seguidos de cerca por las autoridades sanitarias y ambientales, los municipios y hasta la misma población.

Es posible ahora destacar, que es una gran oportunidad realizar la recuperación de suelos como una práctica para la reducción del consumo de recursos, incrementando la calidad de vida de la población y reduciendo el impacto en la naturaleza, las cuales constituyen prácticas ecoeficientes.

Asimismo, y como se describió en los casos estudiados, un buen manejo en el sector de los residuos es un elemento importante de la vida urbana, y especialmente, el buen manejo de los rellenos sanitarios, presenta importantes oportunidades para contribuir a la solución del problema del cambio climático, y a la vez potenciar la solución de problemas ambientales e incentivar el desarrollo local.

B. Barreras

De acuerdo a los casos estudiados, las regulaciones en esos años eran inexistentes al momento de iniciarse las actividades de operación, y en ese tiempo no se les pudo exigir a ninguno de ellos el cumplimiento de códigos de buenas prácticas en lo referente a la construcción, disposición de la basura, operación, control del biogás, líquidos percolados, y demás variables. Es debido a esto que en ninguno de estos casos se efectuaron estudios de impacto ambiental previos a su instalación, y que permitieran considerar sistemas de mitigación de aspectos ambientales significativos, ni de aprovechamiento y utilización del biogás, y mucho menos controlando las emisiones de GEI.

Asimismo, ninguno de los vertederos de los casos estudiados se diseñó con la idea de aprovechar el biogás que se generaba en ellos, y las experiencias de aprovechamiento que se dieron en cada uno fueron resultado de medidas de control de la migración del biogás para evitar explosiones, y de sugerencias de expertos e investigadores que vieron en ellos la oportunidad para desarrollar investigaciones relativas a la operación de rellenos.

En algunos casos de estudio, se pudo constatar que en un momento de su operación fueron pioneros en el uso directo del biogás como combustible alternativo. Sin embargo, desde la llegada del gas natural esta práctica ha desaparecido y el control del biogás se ha reducido a la implementación de medidas para reducir riesgos laborales y de explosión.

Así mismo, una barrera importante para el financiamiento del cierre y sellado ha sido la falta de legislación para establecer una garantía para que quienes generaron el pasivo ambiental, tengan la obligación de financiar el cierre y monitoreo post cierre.

Cuando se trata del tema de reinserción de sitios utilizados para el vertido de residuos, se ha podido comprobar que aún cuando Chile cuenta con experiencias interesantes, se conoce poco de ellas, existiendo necesidad de institucionalizar de alguna manera la recolección de la información de experiencias como las realizadas en este documento, de manera de permitir el acceso público a ellas.

A nivel de América Latina, existen países en los que se detectan carencias considerables en las etapas básicas, como la recolección y la disposición. En ocasiones, la recolección es parcial e insuficiente y la disposición en botaderos a cielo abierto sigue siendo una práctica común, a pesar de los progresos logrados. Las medidas adoptadas en todos los países de la región apuntan a superar estas deficiencias, especialmente mediante rellenos sanitarios. Los botaderos clandestinos aún constituyen un problema grave, dadas todas sus implicaciones en materia de salud, contaminación, degradación del suelo, entre otros.

C. Recomendaciones

Institucionalidad o reglamentación

- Se recomienda crear políticas o un reglamento único que contemple las normas mínimas de manejo que deberían cumplir todas las municipalidades. En ella se debería incluir no solo las actuales normativas relacionadas con la localización, diseño, operación, aceptación ciudadana, entre otros, sino que también normas precisas sobre reinserción, incorporando el concepto de recuperación de suelos, de manera de hacer completamente la recuperación para devolverlos a su medio natural y puedan ser disfrutados por la comunidad.
- Como se describió en los casos estudiados, se pudo verificar que los botaderos se pueden convertir en rellenos sanitarios o ser clausurados, de modo tal que el lugar quede plenamente rehabilitado sin contaminación ambiental. Ante las importantes iniciativas de desarrollo socioeconómico, en armonía con el ambiente y la conservación de los recursos naturales que Chile viene experimentando, la conversión y la rehabilitación de los botaderos representa un desafío impostergable. Más aún, cuando la legislación chilena prohíbe expresamente el uso de los botaderos como medio para la disposición final de los residuos sólidos.
- Se hace necesaria la rápida promulgación de la Ley de residuos en Chile, ya que en el mediano plazo, luego de establecer esta ley, Chile entrará en la etapa de minimización y valoración de los residuos, en la que se podrá esperar un relleno sanitario sustentable de tercera generación con tendencia a disposición de cero orgánico¹⁹.
- Si la tendencia en la disposición final es cero orgánico al momento de aplicar cabalmente la ley, se recomienda fomentar la agricultura sostenible, impulsando el uso del *compost*, contribuyendo así a la reducción de costos, la reducción de la erosión y apoyando la agricultura orgánica. De esta forma, se logran beneficios en la mitigación y adaptación al cambio climático (CEPAL/GTZ, 2010).
- Así mismo, se recomienda definir el sector de residuos como prioritario, creando políticas de mitigación, dada su significancia en términos de emisiones GEI y la potencial viabilidad de reducción.

Manejo del terreno

- Para un adecuado manejo de los terrenos que se utilizan para la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, se recomienda la realización de “cierres progresivos”, la cual se define como “la operación llevada a cabo en un relleno sanitario o vertedero controlado, consistente en una operación de disposición de los residuos extendiendo compactando y cubriendo, considerando densidades y espesores de cobertura de cierre. Este procedimiento implica un importante ahorro y permite enlazar con la solución programada, luego del fin de la vida útil o cierre de la disposición final en operación²⁰”.
- Para asegurar el funcionamiento de los controles ambientales en el cierre, se debe cumplir con un programa mínimo de monitoreo y control ambiental, por un período prolongado (por lo menos 20 años) para la estabilización del terreno y otras variables, de manera de impedir efectos contrarios, y para controlar que no se cause contaminación a los componentes aire, suelo y agua.
- Es recomendable que exista no solo el catastro de suelos contaminados, sino además, un plan de orientación de vertidos.

¹⁹ Opinión del experto Marcel Szantó.

²⁰ Definición realizada por Marcel Szantó.

Biogás y MDL

- Se recomienda promover el uso del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el sector de los residuos, implementando proyectos de mitigación y mejorando la gestión integral de residuos a nivel del país (CEPAL/GTZ, 2010).
- Incentivar activamente el aprovechamiento del biogás como fuente de energía renovable. De esta manera, existiría un mayor espacio para apoyar económicamente este tipo de proyectos e incentivar su desarrollo.
- El desarrollo de proyectos de recuperación energética del biogás tenderá al perfeccionamiento de muchas de las características técnicas y de operación del manejo de la basura, lo que permitirá maximizar la eficiencia de los sistemas recolectores, produciendo así beneficios globales.
- Un relleno sanitario podría lograr rentabilidades interesantes provenientes del aprovechamiento energético del biogás a través de la venta de bonos de carbono y/o energía eléctrica y venderla. Esto tendría la virtud de liberar recursos municipales para otras prioridades de mayor impacto social contribuyendo aún más al desarrollo. Pero, también, al abaratare el costo de la disposición desincentivaría la utilización de vertederos ilegales y disminuiría sus impactos ambientales.
- Aparecería la posibilidad de ofrecer energía a bajo costo a los habitantes de la comunidad. Esta puede ser en la forma de calefacción o energía eléctrica a las áreas habitadas circundantes, la que se podría ofrecer a costos subsidiados para compensar por externalidades negativas, generando un beneficio directo a los usuarios.
- Se reduce el consumo de combustibles más contaminantes al reemplazar la participación de fuentes de energía a base de combustibles fósiles con altos contenidos de carbón por una fuente, potencialmente, renovable de menores índices.
- Como se desprende de la discusión anterior, existe un importante conjunto de beneficios globales, tanto ambientales como de otra consideración, que se pueden obtener del perfeccionamiento de la gestión de residuos que se obtiene al implementar sistemas de recolección de biogás con el objetivo de reducir las emisiones de GEI y/o reemplazar rellenos de bajo estándar de construcción y operación.

Bibliografía

- AICE Consultores (1972), “Evacuación y disposición final de la basura en el Área Metropolitana de Santiago”, Dirección de planificación y presupuesto, Ministerio de la Vivienda, Santiago, Chile.
- Bitrán & Asociados (2003) “Estudio de casos de aprovechamiento energético de biogás de rellenos sanitarios en Chile: Los rellenos sanitarios La Feria, Lo Errázuriz y Lepanto en Santiago y El Molle en Valparaíso”, proyecto Banco Mundial/ESMAP/CIDA: Energía del biogás de rellenos sanitarios para la región LAC - Buenas prácticas, difusión y programa futuro, Santiago de Chile, noviembre [en línea] [fecha de consulta: 10 de octubre de 2011] http://www.bancomundial.org.ar/lfg/archivos/Informe_Final_LFG_Cases_in_Chile.pdf.
- Casanueva, Ruperto (1971), “Informe sobre prefactibilidad técnico económica de la disposición final de las basuras producidas por las cinco comunas el sur de Santiago”, Santiago, Chile.
- CEPAL/GTZ (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2010), “Evaluación del potencial de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y producción de energía a partir de rellenos sanitarios y vertederos en ciudades de Costa Rica”, (LC/MEX/L.956), México, D.F, 20 de enero.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (2010), “La producción de estadísticas ambientales en Chile frente a la OCDE”, seminario sobre el “Lanzamiento primer reporte sobre el manejo de residuos sólidos en Chile”, 28 de Octubre, Santiago de Chile, [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2011] <http://www.sinia.cl/1292/articles-49564-Estadistica_ambiental.pdf>.
- _____ (2010b), “Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile”, [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2011] <http://chileresiduos.cl/chileresiduos/userfiles/file/articles-49564_informe_final.pdf>.
- _____ (2009), “Informe sobre la ejecución de proyectos para el rediseño e implementación de los planes de cierre en los ex vertederos Lo Errázuriz y Cerros de Renca”, área de gestión de residuos y materiales peligrosos, enero.
- _____ (2005), “Política de gestión integral de residuos sólidos”, [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2011] <http://www.sinia.cl/1292/articles-26270_pol_rsd>.
- CONAMA/GRS de La PUCV (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Grupo de Residuos Sólidos de La Pontificia Universidad Católica de Chile) (2002), “Estudio de caracterización de residuos sólidos de La Región Metropolitana”, informe final.
- CONAMA/PNUD (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2009), “Informe final: obra de recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”, enero.

- CONAMA/UCV (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Universidad Católica de Valparaíso) (2006), “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana” [En línea] [fecha de consulta: 20 de agosto de 2011]<http://www.sinia.cl/1292/articles-39508_pdf_informeF.pdf>.
- CONAMA/UdeC (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Universidad de Concepción) (2010), “Levantamiento, análisis, generación y publicación de información nacional sobre residuos sólidos de Chile” [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2011] <http://www.sinia.cl/1292/articles-49564_recurso_2.pdf>.
- ESCAP/ECLAC (Economic and Social Commission for Asian and the Pacific/Economic Commission for Latin America and the Caribbean) (2011), “Are we building a competitive and liveable cities? Guidelines for developing eco-efficient and socially inclusive infrastructure”.
- Espinace A. y otros (1998), “Recuperación de áreas utilizadas como vertederos controlados de residuos sólidos urbanos. Experiencias y proposiciones, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), agosto.
- Estación Central (2009), “Informe cierre de obra. Recuperación ex vertedero Lo Errázuriz”.
- Gore RM (Gobierno Regional de la Región Metropolitana) (2011), “Normalización y recuperación áreas ex vertedero Lo Errázuriz 2° etapa”, Santiago, Chile, marzo.
- Hiramatsu A., y otros (2009), “Municipal solid waste flow and waste generation characteristics in an urban-rural fringe area in Thailand”, *Waste Management & Research*, vol. 27, N° 10.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), “Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”.
- Ness, D. (2007), “Smart, sufficient and sustainable infrastructure systems”, *Background paper*, UN Expert Group Meeting, Bangkok, junio.
- Seremi (Secretaría Regional Ministerial) de Medio Ambiente Región Metropolitana, (2011), “Informe técnico. Evaluación proyecto normalización y recuperación áreas ex vertedero Lo Errázuriz 2° etapa”, junio.
- SERVIU/PUCV (Servicio de la Vivienda y Urbanismo/Pontificia Universidad Católica de Valparaíso) (2004), “Diagnóstico de la situación actual en torno al sellado y reinserción del ex vertedero La Cañamera”, Valparaíso, Chile, agosto.
- Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2009), “World population prospects: The 2008 revision and world urbanization prospects: the 2009 revision”, <<http://esa.un.org/wup2009/unup/>>.
- World Bank, (2010), “A city - wide approach to carbon finance”, carbon partnership facility innovation series, Washington DC.

Anexos

IMAGEN A-1
EX VERTEDERO LA FERIA: DESARROLLO DE LAS ETAPAS



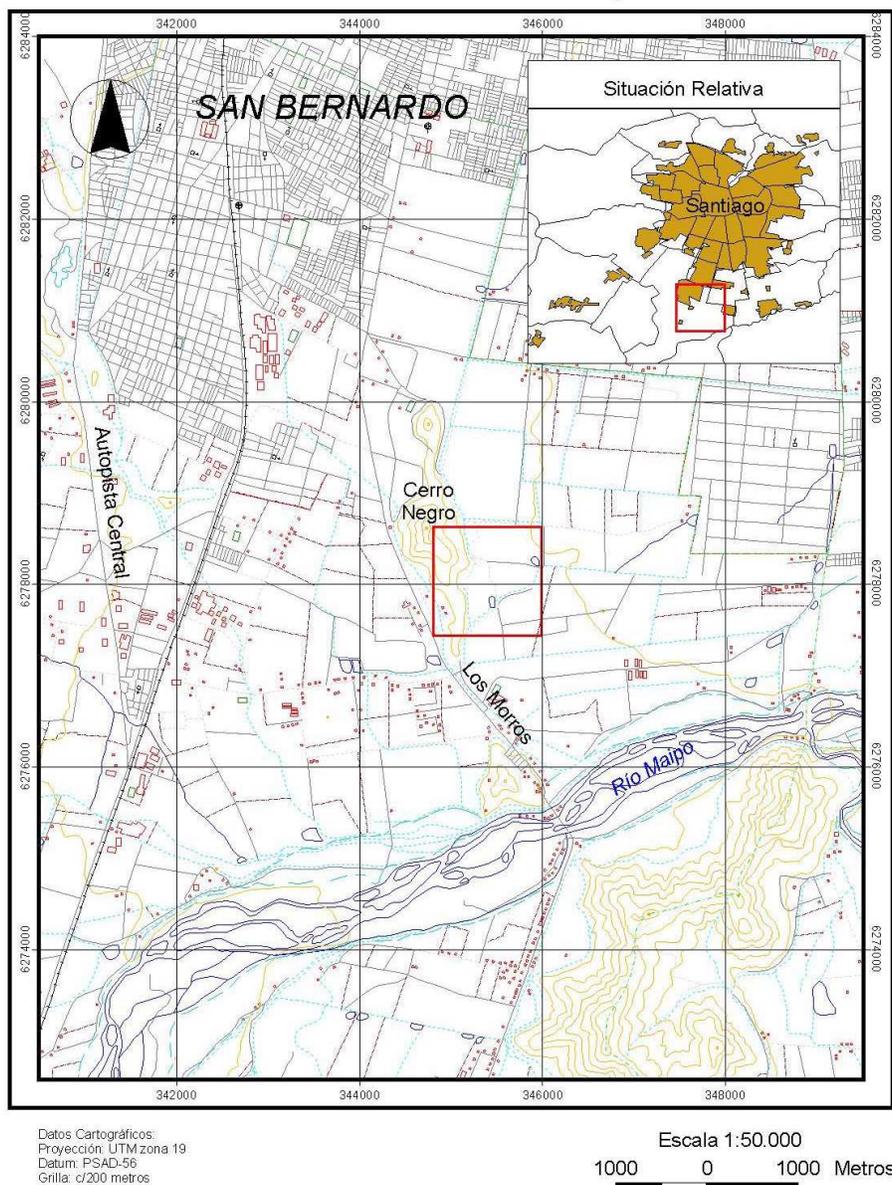
Fuente: Bitrán & Asociados, 2003.

CUADRO A-1
EX VERTEDERO LA FERIA: DESARROLLO DE LAS ETAPAS

Etapa 1	Superficie: 11 has. Ubicación: Al Sur con Av. Salesianos; al Norte con la 2ª Etapa (hoy Parque André Jarlán); al Poniente con Av. Clotario Blest; al Oriente con distintas calles menores
Etapa 2	Superficie: 11 has. Ubicación: Al Sur con la 1ª Etapa; al Norte con calle Enrique Matte; al Poniente con Av. Clotario Blest; al Oriente con calles menores.
Etapa 3	Superficie: 10 has. Ubicación: Al Sur con calles Oscar Bonilla y Angel Guarello; al Norte con Av. Salesianos (1ª Etapa); al Poniente con Av. Clotario Blest; al Oriente con calles menores.

Fuente: En base a Bitrán & Asociados, 2003.

IMAGEN A-2
EX VERTEDERO LEPANTO: LOCALIZACIÓN GENERAL



Fuente: Applus (2005), en United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), “Lepanto Landfill Gas Management Project”, [fecha de consulta: 19 de septiembre de 2011] [en línea] <http://cdm.unfccc.int/filestorage/Y/R/L/YRL45YEH5J4GJIYOGWCRQOWR4MM7CQ/PDD%20version%204%20_13-1-2006_pdf?t=Wjr8bH MxNGExfDDi6ZaXq8M6gEOjDWyiW2x9>.