
REHABILITACION DE AREAS UTILIZADAS COMO RELLENOS
SANITARIOS.
EXPERIENCIAS Y PROPOSICIONES.

XII Congreso Chileno de Ingeniería · Sanitaria y Ambiental
Copiapó , Chile, Octubre de 1997

REHABILITACION DE AREAS UTILIZADAS COMO RELLENOS SANITARIOS. EXPERIENCIAS Y PROPOSICIONES.

I. ANTECEDENTES GENERALES

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.

Entre los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, actualmente se considera a los rellenos sanitarios como la mejor solución técnica, económica y sanitaria. De hecho es la solución mayoritaria en los países desarrollados, a pesar de los esfuerzos por incrementar el reciclaje y generar sistemas alternativos. Se estima que actualmente los países desarrollados disponen en estos rellenos cerca del 80% de los residuos recolectados, siendo la mayoría de ellos manejados por empresas privadas. En América, aún cuando estas cifras son menores, también es el método más empleado.

Puesto que al menos en el corto y mediano plazo el relleno sanitario permanecerá como la principal solución para el tratamiento de los residuos, es claro que los futuros proyectos de rellenos sanitarios deberán contemplar su cierre y rehabilitación -sellado y reinserción-, además del estudio del destino final del área, evaluado desde un punto de vista medioambiental, técnico y económico.

Se entiende por cierre, 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. Se entiende por sellado, 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, a controlar las emanaciones de biogas y líquidos lixiviados, además de conservar bajo control la escorrentía superficial y los problemas que se puedan producir debido a los asientos del relleno. También se deben considerar las obras destinadas al monitoreo de gases y lixiviados, que es necesario mantener en el largo plazo. Eventualmente también es objetivo preparar la superficie para realizar las futuras obras de reinserción. Se entiende por reinserción las faenas destinadas a reincorporar el relleno sanitario ya sellado a su entorno, controlando las emisiones de biogas, líquidos lixiviados y los problemas que puedan causar los asientos entre otros, de manera que se impida causar impactos negativos al ambiente y la salud. 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 reinserción, habitualmente tiene alguna de las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional, y/o apoyo a algún tipo de estructuras.

2. PRINCIPALES EXPERIENCIAS INTERNACIONALES SOBRE REHABILITACION DE AREAS UTILIZADAS COMO RELLENOS SANITARIOS.

cuando el tema de sellado y re inserción de rellenos sanitarios es de muy reciente preocupación, y no existen muchas experiencias que estén sustentadas en metodologías o criterios de diseño muy probados, durante los últimos años se han realizado importantes eventos internacionales en los cuales se han presentado experiencias realizadas principalmente en países desarrollados, las que dan a conocer casos que pueden ser importantes para generar estos criterios. Generalmente se trata de experiencias sustentadas por proyectos, en algunos casos con importantes innovaciones y que responden a programas marcos, de carácter nacional o sectorial. En este artículo, se han seleccionado algunos de estos casos, cuyas características pueden ser de importancia para nuestro país, ya que permiten comparaciones con experiencias nacionales y aportan nuevos conocimientos.

Un primer ejemplo es el de Japón, uno de los países más desarrollados en los temas tratados en este artículo, debido a que por muchos años allí se han rehabilitado los vertederos y se ha construido sobre ellos, ante la escasez y los altos costos de los terrenos. Según su legislación, un vertedero finaliza con el proyecto de cierre. Inicialmente se han definido las características de sus residuos y el método de operación a emplear, el que debe estar relacionado con las alternativas de uso que posteriormente se darán al lugar y el método de operación a emplear. Se estima que en los próximos 5 años, 2300 vertederos municipales serán llenados con basura domiciliaria y 2500 con residuos industriales. Todos ellos serán empleados posteriormente dándole un nuevo uso al suelo.

Para llevar adelante un proyecto de recuperación, se han definido metodologías muy detalladas que incluyen la investigación periódica con frecuencias predeterminadas de: lixiviados, emisiones de gases, mediciones de temperatura, humedad y asentamientos de las basuras, etc. La idea es que estas mediciones constituyan una buena base de datos para la definición del proyecto de re inserción. El tiempo que se debe mantener la medida de los diferentes parámetros estará determinado entre otros aspectos por la magnitud y potencial de riesgo que se pueda producir tanto para el ambiente como para la salud de las personas. Este tiempo puede emplearse en las discusiones definitivas sobre el destino final del sitio, el que puede sufrir alteraciones con respecto al propuesto inicialmente debido a la gran distancia en tiempo entre el inicio y el término de un vertedero. Es ésta una de las grandes diferencias con las pocas iniciativas realizadas en Chile, las que no han contado con tiempos y bases de datos suficientes.

De estas experiencias japonesas, se ha llegado a proponer interesantes correlaciones, por ejemplo entre tipos de residuos y propiedades geotécnicas, las cuales pueden contribuir en principio a orientar investigaciones y aplicaciones nacionales a pesar de las diferentes realidades.

En Hirata et al. (1995), se presenta una proposición de metodología secuencial de investigación para un antiguo vertedero a reinsertar. Gran parte de estas proposiciones se han obtenido de los muchos casos que trae la bibliografía japonesa, como la construcción de un colegio en Fukuoka; un edificio de altura en el centro de la ciudad de Osaka; un club de golf en la ciudad de Tokio y otros más.

En Estados Unidos, fallas producidas en antiguos vertederos dio origen a que se introdujeran regulaciones que posteriormente pasaron a ser rigurosas leyes para el manejo de los residuos sólidos urbanos. Estas nuevas normativas incluyen la evaluación, investigación, planificación, construcción, financiamiento, cierre y mantención del lugar, con la debida protección del medio ambiente.

En general, la legislación y las regulaciones relativas al manejo de los residuos de la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos (USEPA-Subtítulo C.), referidas a la utilización de un vertedero cerrado, no es muy amplia y presenta escasos requerimientos como por ejemplo, la importancia de la revegetación como cubierta vegetal de la capa de sellado final.

Existe una tendencia en los Estados Unidos a que los propietarios de los rellenos sanitarios tengan la obligación de preservar la integridad del sellado por un período de al menos 30 años con posterioridad al cierre, esto se aplica al sector público y al sector privado.

Con relación a las opciones de uso futuro de un relleno sanitario, se plantean principalmente tres tipos de alternativas: agrícola, recreacional y comercial. Según Wallace y Ulrich (1995) el empleo en terrenos agrícolas es el de uso posterior más frecuente en ese país, ya que no requiere mayores planificaciones durante el diseño y la operación, ni tampoco grandes inversiones en la etapa posterior al cierre. Esto se ve facilitado al sembrar especies que no requieren que la cobertura final de suelo tenga un gran espesor para servir como soporte a la cubierta vegetal. Las referencias, no son suficientemente explícitas en cuanto a niveles de toxicidad y riesgos sanitarios de esta alternativa, lo que genera una línea de investigación que seguramente será abordada a la brevedad.

El uso como terreno recreacional constituye una de las aplicaciones más extendidas debido a que su costo relativo no es alto y al igual que en el empleo agrícola no se requieren mayores cambios de la topografía del terreno. En este país existen numerosas aplicaciones como parques, áreas deportivas, campos de golf u otros. A modo de ejemplo, en la Universidad de Washington, las instalaciones destinadas a campos deportivos y áreas de recreación, están construidas sobre un antiguo vertedero.

Por otra parte, existen numerosas experiencias de construcciones o usos comerciales sobre antiguos rellenos (Espinace R. 1993) como construcciones de estacionamientos, calles, tramos de carreteras, edificaciones livianas, galpones, entre otros. La principal prohibición aún cuando existen algunos casos, es la construcción de viviendas o establecimientos de uso masivo como colegios.

En Holanda, una de las más interesantes experiencias recientes, es el Plan Maestro para reinsertar vertederos abandonados. En el país, se ha definido como un importante impacto al ambiente la presencia de aproximadamente 4000 sitios identificados inicialmente como vertederos abandonados, algunos de los cuales han contaminado el suelo y el agua superficial, entre otros efectos, siendo la magnitud del impacto aún desconocida.

Uno de los estudios más avanzados es el realizado en la Provincia de Brabant, donde se contrató en primer lugar un estudio para conocer la real magnitud del financiamiento para el uso futuro de los vertederos cerrados. Posteriormente se contrató la elaboración de un método específico para la investigación de vertederos cerrados detectándose 825 sitios. Más tarde se redujo la investigación, luego de descartar aquellos lugares que no correspondían a rellenos sanitarios o vertederos, a 585 vertederos cerrados y finalmente se realizó un diagnóstico de la situación cuyo objeto era determinar la magnitud y consecuencias financieras del uso futuro de los antiguos vertederos. Todas estas actividades fueron ejecutadas en el período 1990 a 1994, concluyéndose que sólo 501 vertederos abandonados requerían medidas para reducir los riesgos de contaminación, de los 825 originales. El reciente estudio realizado en el marco del Proyecto "Desarrollo de Instituciones del Medio Ambiente", Conama/BIRF, "Diseño de un Plan de Cierre y Rehabilitación de Areas Utilizadas como Vertederos o Rellenos Sanitarios" realizado por la U.C.V. (CONAMA,1997), algunos de cuyos resultados se exponen en este artículo, aporta antecedentes para un proyecto similar al de Holanda, acción que debería considerarse fundamental para el futuro desarrollo medioambiental en Chile.

Con los resultados, el Gobierno Holandés contrató un estudio que fue desarrollado durante 1995, para elaborar un Plan Maestro destinado a efectuar un programa definitivo y sustentable de sellado de todos los vertederos cerrados. Básicamente, consistió en la caracterización de los principales problemas e impactos en los mismos; medidas para su reinsertión; determinación de los costos de sellado en precios unitarios; clasificación jerárquica en términos de impacto al ambiente de todos los vertederos abandonados; recomendaciones para la elaboración de normativas para el uso futuro del sitio y evaluación preliminar de los costos y alternativas de financiamiento.

La inversión inicial para este programa en 3800 sitios caracterizados inicialmente como vertederos cerrados, es de 690 millones de dólares y de 920 millones de dólares en costos de explotación por año. Entre las alternativas de financiamiento se propuso un impuesto adicional en la tarifa de los servicios de aseo, para un período de 25 años, que resulta entre 23 a 29 dólares por ton., con lo cual aumenta la tarifa básica media a 57,5 dólares por ton.

España, es una de las experiencias europeas más asimilables a la realidad chilena y más cercanas al conocimiento de estos autores, por la participación en ellas y por los convenios de cooperación establecidos. Los diferentes avances obtenidos en materia de reinsertión de áreas impactadas por antiguos vertederos, se han llevado a cabo a partir de iniciativas realizadas por las diversas Comunidades Autónomas, las que se insertan dentro de programas de carácter nacional y compromisos derivados de normativas de la Unión Europea.

Una de las primeras acciones realizadas en España destinadas al sellado y reinsertión del terreno que ha sido soporte de vertederos municipales, fue el Programa Coordinado de Actuación de Residuos Sólidos Urbanos (PCARSU), que se lleva a cabo en la Comunidad Autónoma de Madrid a partir de 1985. Los vertederos municipales no controlados fueron inicialmente caracterizados, para posteriormente proceder con el programa de sellado, en el cual han participado todos los municipios con estos vertederos. El financiamiento de este programa ha sido asumido en su totalidad por el gobierno regional. Los emplazamientos reinsertados, han sido destinados fundamentalmente a zonas de cultivo de especies madereras, a zonas recreativas y a parques.

En la Comunidad Autónoma de Cantabria, a mediados de los años 80 se censaron 544 vertederos incontrolados en 103 Ayuntamientos. Los vertederos, en su mayoría clandestinos, tenían diferentes tamaños, tipos de residuos y se encontraban dispersos a lo largo y ancho de aproximadamente 944 núcleos urbanos. Casi un 50% de ellos afectaban a cauces fluviales, por su proximidad a los márgenes de ríos y arroyos. En los municipios costeros normalmente se situaban los vertederos en la costa, dando lugar a que con el tiempo prácticamente todos los residuos sólidos terminaban en el mar. Esta situación es muy similar a la detectada en una investigación realizada por la Universidad Católica de Valparaíso en diversas municipalidades de la V Región (Proyecto Fondecyt, 1988).

Todo lo anterior llevó, al Gobierno Autónomo de la Comunidad de Cantabria a aprobar en 1987 el Plan de Gestión de Residuos Sólidos, referencia obligada que integra las actuaciones en materia de residuos sólidos urbanos en el conjunto del planteamiento de acciones e inversiones de ámbito regional. En este análisis integral se especificaba el objetivo de conseguir la rehabilitación de los vertederos incontrolados. En 1988 comienza la aplicación del plan, lográndose en los primeros tres años el sellado y recuperación de 296 vertederos que superan el 55% del total censado inicialmente.

Esto requirió una inversión cercana a 4,5 millones de Mares. *La recuperación* medioambiental terminaba mayoritariamente con la siembra de pratenses y la plantación de arbustos y árboles autóctonos, lo que gracias a la climatología de la región ha dado lugar a una integración completa en el medio natural. Algunos de estos lugares fueron reinsertados como parques y jardines, otros como pistas polideportivas, siguiendo el ejemplo del Parque del Oeste en Madrid. Estas soluciones, fueron implementadas principalmente en aquellas zonas situadas en el interior o en la periferia de núcleos urbanos y estaban en función de su magnitud y ubicación. Generalmente la primera actuación consistía en la recogida y compactación de los residuos dispersos. Para los vertederos de mayor tamaño se procedía a instalar los drenajes para los gases, las capas de suelo arcilloso y una capa de soporte vegetal.

3. OTRAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

De un gran número de otras experiencias internacionales, se presentan algunos casos a resaltar por la similitud y comparación que se pueda hacer con la realidad chilena. En la zona de Laakirchen, Austria (Kraiger H,1995), un relleno sanitario que antiguamente fue cantera de áridos, fue cerrado quedando rodeado de construcciones habitacionales en las que con el tiempo, se detectó una alta concentración de biogas. Para minimizar los riesgos se instaló un sistema consistente en 17 chimeneas para desgasificación que drenaban del orden de 300 m³/hora de gas, el que inicialmente fue quemado y posteriormente utilizado para producir energía. Dada la magnitud del problema en las viviendas vecinas, se construyó en el perímetro del vertedero una pantalla de más de un kilómetro de longitud, donde se diseñaron sistemas de recogida y tratamiento de lixiviados y aguas contaminadas. Esta experiencia es similar en cuanto al origen del vertedero y a los problemas que en él se presentaron, con la situación vivida en Santiago en el relleno sanitario La Feria, cuando éste se encontraba en explotación en el período 1977-84. En esa oportunidad, se produjo la migración lateral de gas a través del suelo, desde el relleno sanitario hasta las viviendas cercanas, siendo especialmente notorio en periodos de lluvias. La solución adoptada consistió en la construcción de una zanja interceptora de gases en el terreno inmediatamente adyacente al relleno, la colocación de una cortina drenante y la impermeabilización de las paredes con polietileno. Las soluciones aplicadas difieren en cuanto a la magnitud de la inversión pero existe coincidencia en cuanto a la aplicación de una barrera perimetral y principalmente la orientación de la solución.

En Serres, al Noreste de Grecia (Maliokas V., 1995), se realizaron varios trabajos destinados al cierre y sellado de un antiguo relleno sanitario, que operaba desde 1967 y requirió de medidas urgentes para su saneamiento medioambiental. El vertedero que se encuentra en la periferia de la ciudad, tiene una profundidad de 10 metros y presentaba importantes problemas de contaminación de aguas subterráneas por lixiviados. Luego de realizar una investigación de las características del subsuelo, cuya metodología es muy similar a la aplicada por la U.C.V. en el estudio de reinscripción del relleno sanitario La Feria (UCV, 1993), se efectuaron programas de monitoreo para finalmente proponer soluciones para la reinscripción del vertedero. Estas soluciones consistieron básicamente en la recogida y tratamiento de lixiviados desde el fondo de pozos, a través de un método de recirculación para la reducción de la carga orgánica. Esta solución está siendo actualmente investigada en laboratorio por los autores de este artículo. El drenaje del biogas, basado en la construcción de 85 chimeneas y los trabajos realizados, tienen por propósito que el antiguo vertedero pueda ser saneado y luego sellado definitivamente.

La bibliografía internacional presenta varios casos como la explotación de una antigua mina de caolín al Norte de Portugal, que originó un impacto ambiental negativo y degradación del paisaje, ante lo cual se aplicó una solución consistente en emplear parte de esta área como relleno sanitario. Este prestó servicios a 6 municipios y 300.000 hab., lo que produjo un nuevo impacto negativo a medida que avanzaba la construcción del relleno. La solución aplicada para la reinscripción del área degradada, consistió en desarrollar un proyecto de áreas verdes que incluye varias lagunas, junto con zonas destinadas a campos deportivos.

4. EXPERIENCIAS EN CHILE SOBRE REINSERCIÓN DE VERTEDEROS O RELLENOS SANITARIOS.

En lo que respecta a la situación chilena en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos, se puede decir que aún cuando el empleo de rellenos sanitarios es relativamente reciente, desde los años setenta han existido iniciativas para mejorar el manejo de los residuos sólidos, pero muchas de ellas se realizaban de manera inconveniente (Monreal J, 1996).

Durante los últimos años, son numerosos los estudios que se han realizado por diferentes instancias y fuentes de financiamiento, pero indudablemente el más actual y completo que se está realizando desde 1993 es el Programa de Manejo de Residuos Sólidos, de MIDEPLAN-BID, el que gestó financió y participó como contraparte técnica en la elaboración de estudios en Arica, Antofagasta, Serena, Coquimbo, Valparaíso, Viña del Mar, Región Metropolitana, Concepción, Penco, Talcahuano, Valdivia, Osorno, Puerto Montt, Punta Arenas, Porvenir y Puerto Natales, además de estudios en comunas de las regiones 6^a, 7^a y 11^a. Con todo esto, se pretende que a fines de 1997, Chile cuente con un verdadero Plan Nacional de Manejo de los Residuos Sólidos y el 80% de las ciudades de más de 150 mil habitantes estén incluidas en él.

Con respecto a rehabilitación de vertederos, la situación hasta hace poco tiempo no presentaba los niveles de desarrollo conocidos para otras etapas del manejo. Entre las primeras preocupaciones por el tema, investigadores de la U.C.V. presentan trabajos en los Congresos de Ingeniería Sanitaria, de Viña del Mar y Temuco (Oyarzún, A. Et al., 1979) y (Espinace R., 1983). Mas tarde, entre 1987 y 1991 una importante investigación financiada por FONDECYT, desarrolló experiencias piloto de rehabilitación de rellenos sanitarios en proceso de cierre. Estas experiencias fueron posteriormente aplicadas en conjunto con otros países, principal mente España, a casos reales a través de convenios bilaterales.

Con relación a las experiencias de reinscripción de carácter natural que se han realizado en Chile y que no han contado con proyectos específicos, algunas de las cuales se mencionan en el estudio de la CONAMA antes señalado, se puede decir que estudios preliminares muestran que podrían ser numerosos los casos donde se ha empleado sitios ocupados por antiguos vertederos, sin que haya existido un estudio riguroso previo ni menos un programa de reinscripción. Ya el año 1989, en el VIII Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria realizado en La Serena, se planteó (Fajardo M., 1989), que en algunas comunas de nuestro país se ha permitido edificar sobre terrenos que fueron rellenos con basuras, produciéndose con posterioridad, graves y variados deterioros en sus estructuras, interiores y redes de servicios. En dicha publicación, se estudió el caso de un conjunto habitacional en Santiago determinándose que el 30% de las viviendas presentaban deterioros graves y sólo el 36% no presentaban deterioros visibles; se estudiaron las causas que provocaron los daños de las construcciones basado en estudios de Mecánica de Suelos; se hacía un análisis de las disposiciones que deberían cumplirse para edificar eventualmente sobre rellenos. Una conclusión allí planteada que es coincidente con una iniciativa propuesta por la U.C.V. al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo en la misma época es la necesidad de que las

municipalidades del país dispongan de un catastro de todos los terrenos del tipo de relleno artificial y que en los respectivos planes reguladores sean asignados para zonas compatibles sólo con el uso que a ellos se puede dar. Casos similares se han detectado en otras partes del país como en Valparaíso, donde al construirse la población La Explanada en el sector de Playa Ancha, se descubrió que una parte del emplazamiento de varios edificios, se situaba sobre un antiguo vertedero de la ciudad. En este caso se teme que a pesar de los esfuerzos que se materializaron en una modificación del proyecto, algunas de las construcciones del sector han quedado sobre antiguos rellenos.

Información preliminar recogida por estos autores, con relación al destino que se habría dado a los sitios ocupados por los antiguos vertederos de Santiago, indica que en el vertedero de La Florida, cerrado por más de 30 años, se habrían construido poblaciones tanto en sus alrededores como sobre éste, existiendo antecedentes de asientos tanto de pavimentos, como de viviendas. En el antiguo vertedero La Montaña, actualmente la zona está parcelada para la construcción de futuras instalaciones de carácter industrial. El antiguo vertedero de Macul, actualmente se encuentra ocupado parcialmente por algunas construcciones, viveros, estacionamientos y campos deportivos pertenecientes a particulares y a la Municipalidad y se proyectan nuevas construcciones. Menores empleos tendrían los sitios ocupados por los antiguos vertederos Gildemeister y Maipú.

Casos con una mayor planificación, o de un uso más racional del suelo son a modo de ejemplo los del antiguo relleno Intercomunal La Reina, en Santiago y el antiguo relleno de la ciudad de Curicó. En el primero que funcionó hasta aproximadamente 1970 y fue sometido a cierre en 1977, se habilitó parte de lo que actualmente es el Parque Intercomunal La Reina, existiendo actualmente sobre él, canchas de fútbol, caminos de tierra, estacionamientos y plantaciones principalmente del tipo arbóreas. En el vertedero de Curicó, que recibió las basuras de esta ciudad y de Molina entre los años 1960 a 1986 aproximadamente, se impulsó por parte de la I. Municipalidad, la idea de construir el Parque Santa Fe la que prosperó en 1995 a través del programa de parques del MINVU. El terreno donde se emplazaba el antiguo vertedero corresponde a una zona pantanosa, con el nivel freático cercano a la superficie y una extensión total de 14 Há., de las cuales 4 Há ya se han transformado a parque. Culminada esta primera etapa de su plan de reinserción, se espera la construcción de las etapas siguientes, que incluyen la construcción de multicanchas y una piscina. Un problema muy importante que afecta a esta iniciativa de reinserción, es la dificultad por parte del municipio a cargo del nuevo parque, para absorber los costos de su mantenimiento, tema que ha sido detectado en la mayoría de los otros casos existentes. Con el propósito que el gobierno a través del MINVU, no disminuya el financiamiento a la creación de nuevos parques, se deberían contemplar recursos adicionales dentro de un Programa específico para la mantención de éstos.

Un caso de reciente actuación y que representa una señal de los esfuerzos que diversos organismos comienzan a materializar de manera cada vez más efectiva, es el estudio que actualmente se encuentra realizando la I.M. de Calama, sobre "Localización de un Relleno Sanitario y Diseño de un Plan de Cierre y Recuperación del Actual Vertedero", dentro del Programa Fortalecimiento Institucional Municipal. Esta iniciativa es una de las pocas

acciones que cuentan con recursos y una estrategia bien definida para llevar adelante un programa de cierre y rehabilitación de vertederos.

Sin lugar a dudas, las experiencias chilenas que han contado con una mayor profundidad en cuanto a proyecto de ingeniería son las efectuadas para la reinserción de los antiguos vertederos La Feria, La Castrina y La Cañamera, realizados entre 1993 y 1997. Estas experiencias han contado con una planificación previa, con proyectos de inversión y de ingeniería y han sido realizados dentro de un programa marco, específicamente el Programa de Forestación Urbana del Ministerio de la Vivienda. Su unidad ejecutora ha sido el SERVIU Metropolitano y el objetivo principal definido es generar un plan de acción destinado a realizar el cierre y reinserción a parque de antiguos depósitos de basura emplazados en áreas que actualmente se encuentran rodeados de núcleos urbanos, sustentado en un manejo ambientalmente adecuado de la superficie afectada.

Estas experiencias tienen en común que todas fueron inicialmente pozos de extracción de áridos que una vez agotados, se emplearon como sitios destinados a la disposición final de residuos. La Cañamera, fue uno de los siete lugares para la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios con el que contaban las 17 comunas que componían el Area Metropolitana de Santiago a fines de la década de los setenta y comienzos de los setenta. Su explotación se inicia el año 1962, siendo clausurado en diferentes oportunidades. A principios de los años setenta las comunas tributarias de sus residuos domiciliarios, eran San Bernardo, Puente Alto, La Cisterna, San Miguel y La Granja (AICE Consultores,1972). Actualmente, el MINVU se encuentra realizando un proyecto de reinserción y se espera que la ejecución de las obras se inicie en 1997 o 1998, para beneficio de la población de más de 40 mil habitantes que actualmente rodea este antiguo vertedero.

Por su parte el vertedero La Castrina ubicado en la zona suroriente de Santiago, fue durante los años setenta, un sitio para la disposición final de residuos mas que nada del tipo inertes y fundamentalmente de escombros. En él se depositaron gran parte de los escombros derivados de un tramo importante de la construcción del ferrocarril metropolitano de Santiago. Este vertedero ya fue reinsertado y transformado a parque, dentro del mismo programa ya señalado del MINVU.

El relleno sanitario Lo Errázuriz de una extensión total de aproximadamente 40 Ha, comenzó su operación en 1984 y la concluyó en 1995 con abiertas dificultades por encontrarse su vida útil acabada y haber tenido que culminar su operación con sobrecargas que ocasionaron un importante impacto, principalmente por olores y presencia de contaminantes. A octubre de 1995, meses antes de su cierre, el relleno atendía a 22 comunas del Gran Santiago, las cuales aportaron junto a los aportes de particulares durante 1994, un total de 1.117.764 toneladas de residuos. El volumen de extracción del biogas alcanzaba a 4.500.000 m³/mes.

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 area. 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 reinscripción. Al finalizar su operación se contaba con 10 Há convertidas en áreas verdes, mas el proyecto de un parque de 3 Ha y un monitoreo de control ambiental. El cierre se ha hecho colocando sobre la última capa de cobertura de 25 cms. de espesor, tres capas de suelo arcilloso compactado de 20 cm. cada una, de permeabilidad 10-4 cm/seg. Sobre ella va un polietileno de alta resistencia y sobre éste otra capa de 40 cm. de limo y tierra vegetal, para finalizar con una capa de 5 cm. de tierra de hojas. Todo el terreno cuenta con pendientes entre un 2% a 5% hacia los extremos del área, para permitir el escurrimiento superficial de aguas lluvias. Esta solución, si bien es buena para los fines propuestos, es de un costo aún elevado para la mayoría de la realidad chilena.

El relleno sanitario La Feria, uno de los mejores ejemplos tanto en el ámbito nacional como iberoamericano, de sellado y reinscripción de grandes rellenos sanitarios abandonados, a diferencia de los casos citados anteriormente, fue quien recibió la mayoría del vertido de los residuos sólidos de la ciudad de Santiago, estando en operación activa entre abril de 1977 y agosto de 1984 y siendo abandonado a fines de los ems ochenta. El área primitivamente se usaba como una zona de reserva urbana, para luego convertirse en un pozo de explotación de áridos que alcanzó una longitud de aproximadamente 800 x 400 m. y una profundidad media de 20 metros. En este relleno se realizó una explotación comercial del biogas a partir de julio de 1982, desde unas 100 chimeneas que producían alrededor de 86.000 m³/día, por parte de la empresa GASCO S.A.(Maturana, 1983) Desde su clausura hasta el año 1993, el relleno en abierta situación de abandono, se constituyó en una zona ubicada en el centro de un área poblacional, generando un gran impacto negativo debido principalmente a su condición de lugar clandestino de acopio de residuos, foco de insalubridad y centro de acciones delictuales. Dentro del programa de Forestación Urbana, el MINVU a través de su unidad ejecutora, el SERVIU Metropolitano, contrató en 1993 a la U.C.V. para el desarrollo del proyecto de sellado y reinscripción a parque. Según el programa, uno de los principales objetivos era "reforzar, ampliar e incrementar la masa de vegetación existente en el área metropolitana de Santiago, para contribuir así al saneamiento ambiental de la atmósfera". Actualmente, el proyecto de reinscripción en su primera etapa ha cumplido con los propósitos antes citados dando paso a un gran parque de 11,7 Há, el que ha sido denominado Parque André Jarlan. Además, se ha construido la continuación de la Avda. Salesianos sobre el vertedero, generándose una importante conexión vial.

A diferencia del caso de Lo Errázuriz, en este relleno no se disponía de suficientes datos a la hora de planear su reinscripción y no se contó con la posibilidad de it realizando acciones de sellado y reinscripción a medida que avanzaba la operación. Además no se contó con tiempos suficientes entre el monitoreo y las acciones de rehabilitación, uno de los aspectos principales como hemos visto que recomiendan las experiencias extranjeras. Esto debería ser corregido en liituros proyectos.

5. PROPOSICIONES Y COMENTARIOS ADICIONALES.

Aún cuando en Chile se han producido importantes avances en cuanto a conocimiento tecnológico, administrativo y operacional relacionado con rellenos sanitarios, la situación no es similar cuando se trata del tema de sellado y reinserción de vertederos. Sobre esto se ha podido comprobar que a:in cuando el país cuenta con experiencias interesantes, se conoce poco de ellas, los esfuerzos se han realizado de manera aislada, no se insertan en planes o programas maestros y las iniciativas no han tenido casi ningún grado de coordinación, tema que se requiere abordar a la mayor brevedad.

Por otro lado, estos autores coinciden en la necesidad que se cuente con políticas y un reglamento único que contemplen las normas mínimas de manejo que deberían cumplir todas las municipalidades. En ellas se debería incluir para la disposición final mediante rellenos sanitarios, no solo nuevas normativas relacionadas con la localización, operación y aceptación ciudadana, entre otros, sino que también normas precisas sobre cierre, sellado y en los casos que la situación definida por el proyecto lo amerite, normas sobre reinserción, incorporando el concepto de recuperación de suelos. Con esto último se lograría reducir el impacto ambiental que generaría el tratamiento de los residuos en estas etapas posteriores a la disposición final.

Estas normas deberán estar basadas en principios de la ingeniería y otras disciplinas de la más reciente generación y deberán contemplar planes de control y monitoreo, para garantizar que no existan riesgos ambientales. Todas estas exigencias, deberán implementarse en función del tamaño del relleno sanitario, su ubicación geográfica, la climatología reinante y la cantidad de residuos dispuestos, entre otras realidades locales de cada municipio.

Con relación al financiamiento para estas etapas, tal como lo propusieramos en el último Encuentro sobre Parques Urbanos realizado en septiembre de 1996 por el MINVU, planteamos que es posible de obtener a través de la nueva ley sobre tarificación del servicio de aseo, imputando dentro de los costos de operación –aparte de los costos periódicos– aquellos de cierre y sellado del mismo.

Ya sea que el municipio opere por cuenta propia el vertedero o a través de un contrato con privados, éste debiera constituir un fondo de garantías para estos propósitos mediante una cuota anual, resultante de dividir el costo total estimado de cierre y sellado por el número estimado de años de vida útil del vertedero, considerando para tales efectos una unidad de poder adquisitivo constante (UF, UTM). Su inclusión en la tarifa de aseo se efectuaría agregando el valor equivalente en \$ de esa cuota al resto de los gastos considerados para el cálculo de la tarifa.

Otra forma sería la de incorporar como exigencia, en todas las evaluaciones de impacto ambiental y proyectos de nuevos rellenos sanitarios, las etapas de cierre, sellado y reinserción. Esto obligaría a los responsables a incluir en su tarifa un ítem destinado a generar el fondo de garantías señalado.

Para los vertederos que actualmente se encuentran en etapa de cierre o ya cerrados y no cuentan con un programa de sellado y reinserción, la mayoría de los cuales han sido catastrados en el estudio de la CONAMA para ciudades sobre 100 mil habitantes, se proponen dos acciones principales: la primera de ellas consiste en el fortalecimiento de las actuales iniciativas como las que llevan adelante el M1NVU dentro del programa de recuperación de parques y algunas municipalidades; la segunda acción consiste en la realización de un Programa Nacional de Recuperación de Áreas Impactadas por el Vertido de Residuos Sólidos.

Este programa podría estar dirigido en una primera etapa a las ciudades sobre cien mil habitantes que es donde se ha detectado que los problemas son mayores debido principalmente a los volúmenes de producción de residuos y a la relación entre el crecimiento urbano y el uso de los suelos. La primera etapa consistiría en el diseño del programa de rehabilitación de los vertederos agotados y una estimación de los costos asociados. Luego se debería contratar la elaboración de un catastro de estos lugares y la aplicación de un método específico para la jerarquización de vertederos cerrados en función de su calidad ambiental. Más tarde se realizaría una contrastación mediante mediciones de laboratorio y terreno. La tercera fase consistiría en una estimación de costos de los proyectos de rehabilitación y finalmente la decisión política de llevar adelante la iniciativa. En este punto es interesante considerar la lección que dejan las experiencias internacionales, en cuanto a la necesidad de contar con bases de datos y tiempos suficientes para investigar, planificar, monitorear y evaluar el plan de sellado y reinserción que se aplicará en cada caso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento al proyecto CONAMA/BIRF "Desarrollo de Instituciones del Medio Ambiente" y al SERVIU Metropolitano por el financiamiento y la colaboración prestada a las investigaciones realizadas sobre rehabilitación de vertederos sanitarios. También desean expresar su reconocimiento a la Dirección General de Investigación y Postgrado de la Universidad Católica de Valparaíso.

REFERENCIAS

AICE Consultores, (1972), "Evacuación y Disposición Final de la Basura en el Área Metropolitana de Santiago". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1997). "Diseño de un plan de cierre y rehabilitación de áreas utilizadas como vertederos o rellenos sanitarios". Informe Final. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)

Espinace A. Raul; Olaeta C. José A.; Prado M. Olivia; Szanto N. Marcel (1988) "Utilización de vertederos controlados". Informe final presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), Proyecto Fondecyt N°408. Santiago-Chile.

Espinace, R., Palma J., (1990) "Problemas Geotécnicos de los Rellenos Sanitarios", Revista Ingeniería Civil del CEDEX, N°77, Edición Octubre, Noviembre y Diciembre de 1990, Madrid, España.

Espinace, R., (1983), "Compresibilidad de los vertederos sanitarios". V Congreso chileno de Ingeniería Sanitaria y del Ambiente, Temuco, Chile.

Fajardo, M., (1989), "Edificación en rellenos artificiales formados por basuras". VIII Congreso chileno de ingeniería sanitaria y ambiental. La Serena, Chile.

Hirata, T., Hanashima M., Matsufuji, Y., Yanase, R., and Maeno Y., (1995), "Construction of facilities on the closed landfills". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Kraiger, H., (1995), "A case study of landfill remediation in Austria". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1993), "Proyecto rehabilitación Parque La Feria". Chile.

Maliokas, V., (1995), "Practical experiences in landfill remediation". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Maturana, N., (1982), "Utilizacion del Gas Metano Proveniente de Rellenos Sanitarios".
Memoria para optar al titulo de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

Monreal, J. (1996), "Estructuración de un sistema de gestion de residu peligrosos".
Cooperacion, Politicas Palicas en el Manejo de Residuos
Ministerio de Planificación
Sólidos, Chile.

Oyarzun, A., y Rojas, L., (1979), "El Relleno Sanitario y la Posibilidad de Recuperacion y
Utilizacion de un Suelo". Sintesis para optar al titulo de Constructor Civil, Universidad
Católica de Valparaiso, Chile, octubre.

Van Vossen W. J., et al., (1995), "Masterplan for the aftercare of abandoned landfills".
Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia,
October.

Wallace, R.B., Ulrich, C.M., (1995), "Closure of landfills: future land use". Sardinia 95.
m S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.
Fifth International Landfill Symposiu