

**BANCO MUNDIAL**

**Sitio de disposición final de  
Montevideo**

Estudio de Revisión Ambiental de Felipe  
Cardoso



**Revisión Ambiental  
Abril 2006**

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>5</b>
2.1	Descripción general del sitio .....	5
2.2	Consideraciones respecto a la ubicación .....	6
<b>3</b>	<b>Marco Legal. ....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Medidas de mitigación y monitoreo existentes .....</b>	<b>9</b>
4.1	Medidas de mitigación .....	9
4.2	Medidas de monitoreo.....	10
4.3	Información adicional .....	10
<b>5</b>	<b>Plan de clausura .....</b>	<b>12</b>
5.1	Recomendaciones de clausura y post clausura del PE-CDFRDM .....	12
5.2	Recomendaciones de clausura y post clausura del PDRS .....	14
5.3	Situación actual respecto a la clausura de Usina 6/7 .....	16
<b>6</b>	<b>Interrelación entre el funcionamiento actual y las propuestas del PDRS .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Resultados de la revisión ambiental .....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Propuesta de acciones y mejoras necesarias .....</b>	<b>22</b>
8.1	Monitoreo de aguas subterráneas.....	22
8.2	Tratamiento de lixiviados. ....	24
8.3	Otras medidas .....	27
8.4	Plan de mejora .....	29
<b>9</b>	<b>Anexo .....</b>	<b>35</b>
9.1	Abreviaturas.....	35
9.2	Análisis químicos.....	35

### **Equipo de trabajo**

Gerente de contrato	Ernesto Reherrmann
Coordinador técnico	Ing. Civil H-A Martin Guimaraens
Equipo técnico	Ing. Civil H-A M <sup>a</sup> . José González
	Ing. Civil H-A Mariana Robano

## 1 Resumen ejecutivo

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión del estado ambiental de la operación del Sitio de Disposición Final (SDF) de Felipe Cardoso de la ciudad de Montevideo, Uruguay, ubicado en Camino Felipe Cardoso. Este SDF es de propiedad de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) la que lo opera directamente con su personal.

Cabe señalar que las condiciones en las cuales se realiza la disposición de residuos no son las de un relleno sanitario dado que Felipe Cardoso no cuenta con todas las características necesarias para definirlo como tal.

En líneas generales puede decirse que el SDF es gestionado con las limitaciones de los recursos que se le asignan, lo que a pesar de la buena capacidad técnica de quienes lo llevan adelante, adolece de algunas situaciones de gestión inadecuada que generan impactos directos no deseados sobre su entorno.

Como aspectos positivos se destaca: el control realizado del ingreso de residuos, la existencia de vigilancia, el cercado perimetral, el acceso restringido al predio, la inexistencia de animales en el predio (con excepción de las aves), que el ingreso de residuos por parte de particulares se realiza supeditado a la autorización del LCA y que los clasificadores de residuos realicen sus tareas alejados de la zona de disposición.

Las deficiencias más importantes son: que no se cumple con la normativa legal vigente, que se carece de medidas de mitigación para muchos de los impactos, la Usina 6/7 no se encuentra impermeabilizada en su base, que no se realiza tratamiento de lixiviados, que no se efectúa tapada diaria de los residuos, que no se monitorea y por ende no se conoce la afectación del SDF al acuífero.

Para corregir estas y otras situaciones se realizan en este trabajo, una serie de propuestas entre las cuales se destacan implementar el monitoreo del agua subterránea y tomar las medidas que sean necesarias, instrumentar el tratamiento de los lixiviados previo a su vertimiento, llevar a cabo la clausura de la Usina 6/7 de acuerdo a las actuales reglas del arte, captar y si es viable tratar los gases generados e implementar otras medidas complementarias. Todas ellas redundarían en que el SDF disminuiría los impactos que genera y se aproximaría a una gestión más adecuada a la normativa legal vigente y a las buenas prácticas internacionales.

## 2 Introducción

En primera instancia se plantea una descripción general del sitio, luego se plantean consideraciones respecto a su ubicación, en el Capítulo 3 se realiza una revisión de la normativa vigente y aplicable. En el Capítulo 4 se evalúan las medidas de mitigación y monitoreo, en el Capítulo 5 se realiza una revisión de los planes de clausura existentes, en el Capítulo 6 se evalúa y describe la interrelación del funcionamiento actual con el Plan Director de Residuos Sólidos y por último en el Capítulo 7 se plantean los resultados del análisis de situación actual. Seguidamente el Capítulo 8 es dedicado a plantear las propuestas y mejoras necesarias y finalmente se presenta un anexo con información complementaria.

### 2.1 Descripción general del sitio

El actual SDF de Montevideo comenzó sus operaciones en 1990 y consiste en dos áreas principales: Usina 6/7 y Usina 8. La Usina 6/7 fue operada hasta el 10 de febrero de 2006 y la Usina 8 comenzó a operarse en el 2003 y esta actualmente en operación. El área de Montevideo es generalmente considerada una región templada. La precipitación anual es 1,000 mm.

La Usina 6/7 tiene aproximadamente 6 millones de toneladas métricas de residuos sólidos en un área de aproximadamente 30 hectáreas (ha) y se dejó de operar recientemente. Esta usina fue construida mediante una excavación de 4 metros de profundidad bajo el nivel existente y no cuenta con recubrimiento inferior o sistema de colección de lixiviados. El recubrimiento final de la Usina 6/7 consistirá de una combinación de residuos y suelo para nivelar el área y luego un recubrimiento de arcilla de baja permeabilidad. Actualmente, una parte de la Usina 6/7 esta a nivel intermedio con un recubrimiento arcilloso delgado y una capa de vegetación. La planta alta de la Usina 6/7 no tiene cubierta intermedia y tiene residuos sólidos expuestos al ambiente.

La Usina 8 consiste de 4 sectores, 8.1 (A), 8.2 (B), 8.3 (C) y 8.4 (D) con una capacidad total de aproximadamente 4 millones de toneladas sobre un área de 46 ha aproximadamente. El espesor final de la Usina 8 será de aproximadamente 30 a 35 metros. La secuencia de disposición para la Usina 8 es de rellenar completamente los sectores A y B antes de proseguir con C y D. La Usina 8 tiene un recubrimiento de membrana PVC flexible y un sistema de colección de lixiviado.

El predio se encuentra cercado y se realiza un control de las cantidades ingresadas así como inspección de los residuos ingresados por particulares los cuales deben contar con un permiso del LCA. Adicionalmente se cuenta con un servicio de vigilancia con lo cual no existen animales ni personas ajenas al sitio dentro del SDF.

El sitio de disposición final recibe cerca de 1,500 toneladas diariamente, 6 días a la semana, o 350,000 toneladas por año. El ingreso es controlado y registrado en la báscula en el sitio de disposición final. Habitualmente, el sitio de disposición final utiliza dos compactadores en el área de trabajo. Con los índices de disposición actual y el volumen total, el sitio de disposición final, si se construyen los sectores C y D, alcanzará su capacidad total aproximadamente en el 2011. No se permiten recicladores en el sitio de disposición final, sin embargo, se les permite a un número limitado recuperar materiales en un área adyacente.

Como documentos de referencia para la elaboración del presente informe se tomaron:

1. Proyecto Ejecutivo "Centro de disposición final para residuos domiciliarios de la ciudad de Montevideo" (PE-CDFRDM) a cargo de CEAMSE, Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado, 2000.

2. Plan Director de Residuos Sólidos para Montevideo y el Área Metropolitana (PDRS), Fichtner – LKSur, 2003-2005.

## 2.2 Consideraciones respecto a la ubicación

El predio donde se encuentra emplazado el SDF está ubicado en la calle Felipe Cardoso entre Cochabamba y Colastine y es propiedad de la Intendencia Municipal de Montevideo.

Se destacan ciertas particularidades de su ubicación:

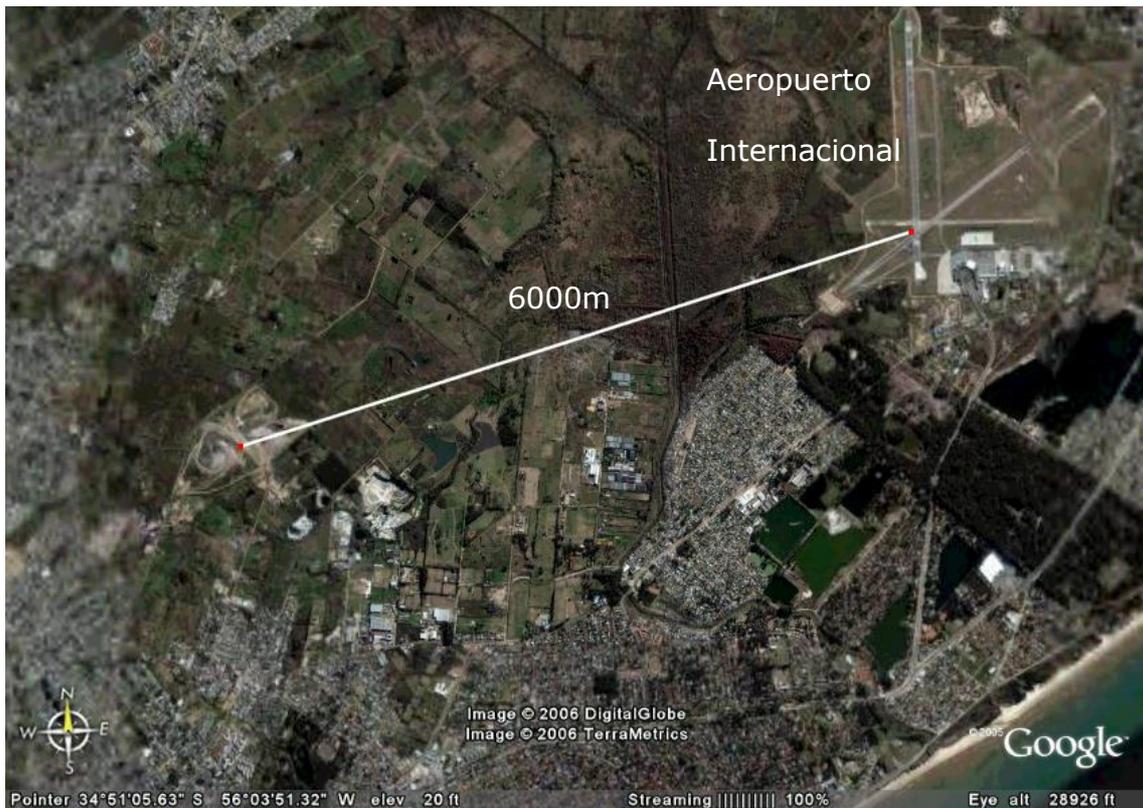
- Cercanía al área urbana, distancia aproximada de 600m.
- Cercanía al Aeropuerto Internacional de Carrasco, aproximadamente 6000m.
- Presencia muy cercana de cursos de agua, la usina 8 está ubicada en las nacientes del Aº Díaz y la usina 6/7 tiene como límite la Cañada de las Canteras.

Cabe aclarar que las fotografías aquí presentadas no son actuales, pero se consideran válidas para indicar ubicación e ilustrar la situación del entorno.

A continuación se presenta una vista aérea de la ciudad de Montevideo, donde se puede apreciar la cercanía de Felipe Cardoso al área urbana.



En la siguiente figura se puede observar que Felipe Cardoso está muy próximo al área de influencia del Aeropuerto Internacional de Carrasco.



En la siguiente figura se aprecia con claridad la proximidad de los cursos de agua a las usinas 6/7 y 8.



### 3 Marco Legal.

Además de la Constitución, Artículo 47 y la Ley General de Protección al Medio Ambiente 17.283 (2000) que son de carácter general y declaran el interés general la protección del medio ambiente, existen otras reglamentaciones que se presentan en la siguiente tabla en forma sinóptica y son aplicables al SDF de Felipe Cardoso.

<b>Normativa</b>	<b>Tema</b>	<b>Referencia</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>
Decreto Departamental N° 28.242 (1998)	Plan de Ordenamiento Territorial de Montevideo.	Establece zonas para ubicación de este tipo de emprendimientos.	Cumple
Ley N° 16.466 (1994) y reglamento decreto N° 349/005	De Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento decreto actualizado.	Desde el 2005 es necesario contar con Autorización Ambiental Previa para ampliación de SDF.	Cumple <sup>1</sup>
Decreto 253/979 y modificaciones	Control de calidad de aguas.		No cumple
Ley 17.296 (2001), Art. 402	Localización de áreas dentro de cada departamento para plantas de tratamiento y lugares de disposición final de residuos sólidos urbanos, industriales, tóxicos y hospitalarios.	Esta ley data del 2001 y este SDF funciona desde 1990, por lo tanto esta ley no es aplicable.	No aplica
Decreto 140/001	Normas tendientes a cortar la cadena epidemiológica de fiebre aftosa.	Existen clasificadores separando residuos en el SDF, no se lleva un control estricto respecto al retiro de materia orgánica.	Insuficiente
Ley N° 14.859 del 15 de diciembre de 1978 Art. 8	Código de aguas - Registro público de aguas.	Toda perforación debe estar registrada en la DNH. Esto incluye el agua proveniente de las perforaciones para lavado de camiones y monitoreo de aguas subterráneas.	No cumple

<sup>1</sup> Al ampliarse a los sectores C y D de la usina 8 se deberá controlar la aplicación de este decreto según el momento de la ampliación y las cantidades que se proyecten disponer.

Existe además el Decreto 373/003 que regula diversos aspectos referidos a la gestión de Baterías Plomo – Ácido pero dado que el SDF Felipe Cardoso no las recibe no se encuentra abarcado por dicho decreto.

## 4 Medidas de mitigación y monitoreo existentes

En este capítulo se describen las tareas de monitoreo y mitigación llevadas a cabo para cada uno de los parámetros y acciones considerados más relevantes. Primero se presentan en forma de tabla a fin de visualizar rápidamente la situación del SDF y luego se hacen consideraciones generales que son resultado de las entrevistas y visitas al sitio realizadas por el Consultor.

### 4.1 Medidas de mitigación

<b>Impactos</b>	<b>Medida aplicada</b>	<b>Alcance de la medida</b>
Lixiviados	Usina 6 y 7 – no se recolectan -Usina 8 – se recolectan pero no se tratan previo a su vertido	Insuficiente
Emisión de gases	Ninguna	Nulo
Olores	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente
Dispersión de elementos livianos	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente
Presencia de aves	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente
Plagas	Tapada de celda en forma quincenal o mensual Colocación de cebos	Suficiente
Barreras visuales	Nivelación natural del terreno Cobertura vegetal espontánea en usinas 6 y 7	Insuficiente
Manejo de aguas pluviales	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente

## 4.2 Medidas de monitoreo

Impactos	Medida aplicada	Alcance de la medida
Lixiviados	Muestro irregular y análisis	Insuficiente
Olores	Ninguna	Nulo
Presencia de aves	Ninguna	Nulo
Aguas superficiales	Muestreo irregular	Suficiente
Aguas subterráneas	No existe un muestreo y análisis sistemático	Insuficiente
Asentamientos	Observación no sistemática	Insuficiente
Incendios	Inspección visual diaria por distintas zonas	Suficiente
Deslizamiento de taludes	Inspección visual	Insuficiente

## 4.3 Información adicional

### ➤ Lixiviados

Los lixiviados son generados tanto por la usina 6/7 como por los sectores A y B de usina 8. Los correspondientes a la usinas 6/7 escurren hacia la Cañada de las Canteras sin tratamiento alguno. Una situación similar ocurre con los lixiviados de la usina 8 que son previamente retenidos en una laguna y vertidos hacia el Arroyo Juan Díaz. El laboratorio de Higiene Ambiental de la IMM realiza análisis químicos de los lixiviados de la usina 6/7 y de la 8; extrae muestras 4 veces al año y los parámetros analizados son: pH, sólidos suspendidos, DBO, DQO, aceites y grasas, amonio, fósforo total, cromo y plomo.

### ➤ Olores

En lo que se refiere a los olores no se realiza control sobre los olores generados en el SDF. Según la encuesta realizada en el marco del PDRS a 50 hogares en los alrededores de Felipe Cardoso, el 54% percibe molestias por los olores. Por lo tanto, puede concluirse que con una tapada quincenal o mensual, no es suficiente para mitigar este impacto.

### ➤ Dispersión de elementos livianos

Se puede constatar visualmente la dispersión de elementos livianos en los alrededores del relleno

➤ Presencia de aves

Si bien es importante la presencia de gaviotas en el SDF y teniendo en cuenta que el Aeropuerto Internacional de Carrasco se encuentra próximo a éste, no se han constatado incidentes asociados a dichas aves. Se está llevando a cabo un estudio por parte de la Facultad de Ciencias sobre el comportamiento de estas aves, pero en el SDF no se realiza monitoreo ni se practican medidas de mitigación contra estas.

➤ Plagas

En la encuesta realizada en el marco del PDRS a la población circundante al SDF, solo el 11% percibe problema referidos a las plagas como ratas y moscas.

➤ Manejo de aguas pluviales

Por la insuficiente tapada y por la falta de planificación de los escurrimientos, durante los eventos extremos de lluvia se crean situaciones que repercuten tanto en el estado y transitabilidad de los caminos internos del SDF como en un aumento en la generación de lixiviados.

➤ Aguas superficiales

El monitoreo de la calidad de las aguas superficiales se reduce a la toma y análisis de muestras 4 veces al año. Las muestras son tomadas en la Cañada de las Canteras aguas arriba de la descarga de la usina 6/7, aguas abajo, sobre el camino Oncativo, y luego de la desembocadura del Arroyo Juan Díaz. Por otra parte, existe otro punto de muestreo sobre el Arroyo Juan Díaz, inmediatamente aguas abajo de la descarga de lixiviados de la usina 8 en dicho arroyo.

Los parámetros analizados son: pH, sólidos suspendidos, DBO, DQO, aceites y grasas, amonio, fósforo total, cromo, plomo, oxígeno disuelto y coliformes fecales.

➤ Aguas subterráneas

La última campaña de muestreo y análisis de calidad de aguas subterráneas data de agosto de 2000. Se muestrearon los 5 pozos del PE-CDFRDM y los parámetros analizados fueron: pH, conductividad, turbiedad, DQO, alcalinidad, calcio, magnesio, dureza total, sodio, potasio, hierro, sólidos disueltos y totales, nitratos y nitritos.

➤ Asentamientos

No existen puntos fijos de control ni placas en el relleno que permita medir asentamientos. En la inspección se constató un asentamiento del mismo a través de una deformación de la pila de residuos en sus laterales.

➤ Incendios

Los incendios son eventos que rara vez ocurren en este SDF, habiendo ocurrido el último en febrero de 2005. Este incendio ocurrió en la zona noroeste de la usina 6/7 y fue controlado en el día sin presentar una extensión de importancia. El monitoreo de incendios pasa por la inspección visual diaria de las distintas zonas del relleno

➤ Deslizamiento de taludes

No se constatan deslizamientos de taludes por corte, siendo el único efecto notorio el de un pequeño movimiento lateral de éstos producto del incremento de altura y por ende de la masa de residuos o por la presencia de lixiviado al interior del vertedero, esto referido a la usina 6/7.

## **5 Plan de clausura**

Actualmente el SDF Felipe Cardoso cuenta con recomendaciones para su clausura y post-clausura. Uno de ellos corresponde al realizado por el Proyecto Ejecutivo – Centro de disposición final de residuos domiciliarios para la ciudad de Montevideo (PE-CDFRDM) en el año 2000 (contrato que se rescindió por acuerdo de partes) y el otro al Plan Director de Residuos Sólidos (PDRS) finalizado en noviembre del año 2005.

### **5.1 Recomendaciones de clausura y post clausura del PE-CDFRDM**

#### **5.1.1 Plan de clausura**

El plan de clausura del PE-CDFRDM prevé tareas de clausura para el SDF Felipe Cardoso, cuyo plazo máximo para la ejecución de las obras es de 120 días a partir de la última recepción de residuos.

Las tareas prevén:

- Compactación y distribución de los residuos
- Posterior cobertura final
- Limpieza total de la obra, sobre la cobertura y en zonas aledañas. Si la cobertura final quedara defectuosa, se corregirá para asegurar su continuidad.
- Parquización del área rellena y afectada.
- Retiro de todos los elementos no necesarios para la clausura.
- Adecuar los caminos y drenajes perimetrales.
- Desmalezamiento de la zona rellena y resembrado posterior
- Corrección de asentamientos y erosiones
- Adecuación de las instalaciones que permanecerán en el sitio para el uso posterior de éste.
- Se mantendrán en funcionamiento las perforaciones de monitoreo de agua subterránea, tratamiento de lixiviados, placas de asentamiento, sumideros de lixiviado y tubos para el monitoreo de gas.
- Vaciar y tratar los lixiviados de reservorios que hubieran sido utilizados durante la operación del relleno.
- Las tareas a ser ejecutadas serán reunidas en un "Acta de estado de obra" cuyo programa será presentado noventa días antes de la finalización de recepción de residuos.
- Se entregará un plano conforme a obra, que contendrá el relevamiento planialtimétrico del módulo.

Las instalaciones que permanecerán en el sitio una vez terminada la disposición final son:

- Instalaciones para el suministro y distribución de energía eléctrica
- Cartel de obra
- Oficina de control de ingreso-egreso
- Oficina de control de generadores privados
- Oficina de pesaje
- Oficina de inspección de la Intendencia Municipal de Montevideo
- Perforación e instalaciones para el suministro de agua
- Planta de tratamiento de lixiviados
- Pozos de monitoreo
- Tubos para el monitoreo de gas
- Placas de asentamiento sobre cobertura de residuos
- Sumidero de lixiviados.

### **5.1.2 Actividades post-clausura**

Según lo explicitado en el documento del PE-CDFRDM, las actividades post-clausura deberán efectuarse por un plazo de 15 años momento en el cual, con los datos de evolución del relleno, se evaluará la pertinencia de continuar con dichas actividades y/o determinar las acciones a tomar.

Teniendo en cuenta la atenuación de los procesos biológicos, se definirá el uso potencial del módulo. Se llevará a cabo un diseño y planificación del mismo en función del destino final que se determine.

En este tiempo, se contará con vigilancia durante las 24h la cual estará ubicada a la entrada del predio.

A continuación se resumen los aspectos a tener en cuenta durante la post-clausura y los cuales fueron determinados en función de las condiciones de diseño que se establecen en la propuesta del PE-CDFRDM. En caso que se lleven a cabo modificaciones durante la recepción de residuos, el plan deberá ser actualizado anualmente hasta que se colme su capacidad.

Los aspectos a considerar en la etapa post clausura son:

- Mantenimiento de la cobertura final
  - Filtraciones
  - Erosión hídrica
  - Asentamientos diferenciales
  - Corte del pasto y resiembra
  - Placas de asentamiento
- Mantenimiento de la red de drenaje
- Mantenimiento de la red de monitoreo
- Mantenimiento de los tubos de monitoreo de gas

- Mantenimiento de las instalaciones existentes, incluyendo la trama vial principal
- Monitoreo de agua superficial y subterránea

## **5.2 Recomendaciones de clausura y post clausura del PDRS**

Los planes de clausura y post clausura deben ser concebidos desde la etapa de diseño del SDF y tienen por objetivo asegurar el funcionamiento de los controles ambientales así como minimizar los impactos que devengan del SDF una vez finalizada su vida útil.

Las recomendaciones de PDRS para el clausura y postclausura son de carácter general y por ende aplicables al SDF de Felipe Cardoso.

Estas recomendaciones abarcan:

- Vinculación directa del cierre de un sitio de disposición final con un nuevo sitio
- Planificación del plan de clausura que conste de:
  - Diseño de la cobertura final y paisajismo - debe asegurar la integridad post-clausura a largo plazo del vertedero con respecto a cualquier emisión ambiental
  - Sistemas de supervisión ambiental - La supervisión ambiental es necesaria para asegurar el mantenimiento de la integridad del sitio de disposición final con respecto a la emisión incontrolada de contaminantes al ambiente. Dentro de la supervisión ambiental se controla de forma periódica:
    - o gases del vertedero
    - o recolección y tratamiento de lixiviados
    - o aguas superficiales
    - o estado de cobertura final
- Definición de supervisión, monitoreo y mantenimiento durante la temporada de postclausura, anteriormente definido por el ente competente (normalmente entre 30 - 50 años). Durante este período todavía pueden producirse grietas, hundimientos, malos olores etc. debiendo disponer de recursos para las reparaciones adecuadas.
- La Intendencia debe tener la responsabilidad sobre los sitios clausurados y deben señalizar con carteles adecuados que se trata de un sitio de disposición final clausurado. Es importante indicar en todos los carteles la posibilidad de existencia de gases explosivos.
- Esta razón, entre otras (pe. peligro de asentamientos incontrolados), implica que los sitios quedarán totalmente restringidos para cualquier tipo de edificación o actividad productiva. Sin embargo es común evaluar otras posibilidades de uso (pe. miradores) los que tienen que ser aprobados por la Intendencia y el ente responsable a nivel estatal. Normalmente es conveniente mantener el cercado del sitio durante todo el tiempo de postclausura.

Es de gran importancia dar al sitio de disposición final el seguimiento adecuado durante toda la temporada de postclausura para evitar impactos ambientales. Solo

de esta manera las inversiones altas en su construcción y operación tienen sentido y aumentan la confianza de la población en la disposición final.

<b>Cobertura final</b>	
Capa de drenaje de gas (capa de compensación)	Si, > 30 cm
Capa impermeable de suelo	$\geq 50$ cm, $k \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/s o sistema equivalente
Geomembrana	-----
Capa de drenaje agua pluvial	$\geq 30$ cm, $k > 10^{-2}$ cm/s
Suelo de recultivación	$\geq 50$ cm (con vegetación adecuada)

### 5.2.1 Recomendaciones específicas para la clausura de usina 6/7

- Captación, conducción y tratamiento de lixiviados
- Captación y tratamiento adecuado de biogás (actualmente verificado por proyecto del Banco Mundial)
- Cierre ordenado del área con nivelación, cobertura final y revegetación, incluyendo control de la tapada existente, determinación de procesos erosivos, determinación de taludes críticos en la tapada final, y consecuentemente determinación de acciones correctivas.
- Colocación de testigos para evaluar los asentamientos de la superficie final
- Determinación del uso de suelo futuro inmediato, a mediano y a largo plazo.
- Colocación de carteles de información del sitio (señalando el uso anterior como SDF así como los posibles riesgos ambientales que pueda presentar y en caso de que ellos existan con magnitud razonable).
- Limpieza en el predio y alrededores (incluyendo los cursos de agua). Recolección de todo tipo de residuos.
- Análisis del impacto que el SDF abandonado pueda estar causando sobre aguas subterráneas realizando perforaciones de monitoreo, complementarias para el caso en que ya existan algunas (programa conjunto para toda el área de SDF de Felipe Cardoso).
- Implementación de un programa de actividades post-clausura con supervisión y monitoreo en aguas subterráneas, emisiones (lixiviados y biogás), estado de la cobertura final (ante la acción erosiva de lluvias y vientos) incluyendo la detección de encharcamientos y la determinación de acciones correctivas, así como del estado de limpieza del predio y sus alrededores (incluyendo los cursos de agua).

**5.2.1.1 Costos de la clausura estimados por el PDRS**

<b>Usina 6-7, clausura</b>	<b>Costos (US\$)</b>
Tapada Final	<b>1.000.000</b>
Tratamiento de Lixiviados	<b>1.000.000</b>
Captación y quemado de biogás	<b>3.120.000</b>
Otros (Cercado del predio, Cortina Vegetal, Revegetación y control de erosiones, Captación y conducción de lixiviados)	<b>564.000</b>
<b>Costo total de Clausura Usina 6-7</b>	<b>5.684.000</b>

**5.3 Situación actual respecto a la clausura de Usina 6/7**

A partir del 10 de febrero de 2006 se ha detenido el vertimiento de residuos en la usina 6/7 y se han comenzado las tareas para la colocación de la cobertura final sobre éstas. Este procedimiento se está llevando a cabo con la intención de lograr una cobertura inicial de toda el área para luego continuar con la aplicación de capas sucesivas de material inerte hasta lograr el espesor mínimo necesario.

Estas tareas serán apoyadas con la contratación de maquinaria y material obtenido de zonas de préstamo del SDF así como de material que llega al SDF por necesidad de las empresas constructoras que lo extraen para realizar la fundación de edificios que son construidos en la ciudad de Montevideo.

Las tareas de cobertura final no responden a un plan diseñado para tal fin, sino a una operativa realizada por el personal encargado del SDF que busca llegar a niveles de cobertura aceptables para minimizar los impactos generados por estas usinas que han alcanzado su vida útil.

## 6 Interrelación entre el funcionamiento actual y las propuestas del PDRS

<b>OPERACION</b>		
<b>aspecto</b>	<b>situación actual</b>	<b>recomendación del PDRS</b>
Control de ingreso de los residuos	Existencia de registro de cantidades y origen  Control visual de ingreso de aquellos residuos no urbanos o asimilables a urbanos provenientes de particulares.	Instalación de un pesaje automatizado  Todo residuo entregado se debe de registrar y realizar control visual.  Toma de muestras de forma aleatoria para análisis en laboratorio
Pesada de los camiones	Pesada de camiones al ingreso pero no a su egreso. Se cuenta con la tara de camiones	Pesada de los camiones al ingreso y al egreso
Determinación del destino de los residuos dentro del SDF	Manejo diferencial según características del tipo de residuo sin planificación	Disposición en celdas y planificación del avance
Volcado de los residuos	Dos frentes de trabajo	Dos frentes de trabajo
Distribución y Compactación de los residuos	Se realiza con topadoras y con un compactador Bomag	Construcción de terraplén divisorio entre los sectores A-B y C-D  Esparcido y compactado de capas de residuos no superiores a 0,60 metros de espesor
Cobertura durante la operación	Quincenal o mensual	Diaria Espesor entre 10 y 20 cm de tierra

<b>INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Recomendación del PDRS</b>
Construcción y mantenimiento de caminería interna	La caminería interna se mantiene en estado aceptable. Existen algunos inconvenientes en episodios de lluvia intensa	Mantenimiento de los caminos hacia el frente de trabajo de modo de que su función esté asegurada todo el año.
Cercado	Cerco olímpico en todo su perímetro	No hay recomendaciones
Tratamiento y aprovechamiento de gases	No se realiza actualmente. Proyecto Banco Mundial	Usina 8: preparación para recolección de biogás, con aprovechamiento y antorcha
Impermeabilización del suelo	Usina 6/7: no cuenta con geomembrana, residuos dispuestos directamente sobre material arcilloso. Usina 8: geomembrana de PVC, e= 0,8 mm	Recomendaciones generales: Capa de suelo: >60cm y $k < 10^{-7}$ cm/s Geomembrana o sistema similar: PEAD de 2 mm espesor o e= 0,76 mm de plástico flexible
Recolección, Conducción y Tratamiento de lixiviados	Usina 8 cuenta con sistema de conducción de lixiviados y descarga sin tratamiento previo al Arroyo Juan Díaz. Usina 6/7: drenaje natural a Cañada de las Canteras. No se realiza recolección específica	Usina 6/7: Captación, conducción y tratamiento Usina 8: sistema de tratamiento y disposición final
Zona de oficinas y servicios higiénicos	Ubicada frente a usina 6/7 Aproximadamente a 800 metros de Usina 8	Adecuación de oficinas e instalaciones a la entrada de Usina 8; incluir zonas de descanso e instalaciones sanitarias
Drenaje perimetral	No existe drenaje perimetral	Verificación permanente de los canales de conducción de agua de lluvia evitando el estancamiento de agua

<b>MEDIDAS DE MONITOREO Y MITIGACIÓN</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Recomendación del PDRS</b>
Control de aguas subterráneas	No se realiza ninguna medida	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas.
Control de aguas superficiales	Monitoreo de los cursos de agua en forma no sistemática	No hay recomendaciones específicas
Control de olores	No se realiza ninguna medida	Adecuada compactación de residuos y tapada diaria o frecuente
Control de moscas y roedores	Colocación de cebos	Cobertura diaria
Control de incendios	Inspección diaria del predio	Monitoreo periódico y extinción inmediata
Sistema de control de fugas de lixiviados	No existe	Control de instalaciones de recolección de lixiviados
Aguas pluviales superficiales	No existe ningún control	Control de la captación y conducción de las aguas pluviales y escurrimientos superficiales

<b>VARIOS</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Recomendación del PDRS</b>
Fecha de Clausura	Usina 6/7, inicio clausura: 10 de febrero de 2006 La usina 8 tiene en operación los sectores A y B. Según PE-CDFRDM la vida útil sería de 96 meses	Usina 6/7: clausura Usina 8: - sectores A y B: año 2007 - si se construyeran los sectores C y D: año 2011
Análisis de los residuos	Residuos Sólidos Urbanos (RSU): no se realiza análisis RS asimilables a urbanos: analizados en LCA para que este expida una autorización para su disposición en el SDF	Es necesaria la instalación de un laboratorio en el sitio, o un laboratorio "transitorio" para análisis básicos  Se deben realizar controles aleatorios y luego ser analizados por el laboratorio del relleno.
Almacenaje de pilas	Almacenadas aparte del resto de los residuos en caños de hormigón, ciegos en su parte inferior y sellados en su parte superior.	Implantación de infraestructuras para la recepción de residuos especiales
Disposición de residuos industriales	Los residuos industriales con características similares a los RSU son dispuestos en el SDF junto	Construcción de un relleno de seguridad para residuos industriales no asimilables a RSU

<b>VARIOS</b>		
	con el resto de los RSU bajo aprobación del LCA <sup>2</sup> .	
Clasificación de residuos	Actividad realizada en zona alejada del frente de trabajo Cuenta con: - SSHH - explanada en hormigón Se depositan entre 100 y 120 ton/día. El material excedente es retirado y dispuesto con el resto de los residuos. Los materiales extraídos en camión (papel, cartón y plástico) son pesados a su egreso del SDF	Al realizar el PDRS los clasificadores clasificaban en la calle Camino Cepeda, muy próximos al frente de trabajo. Se recomienda retirarlos de dicha zona y mejorar las condiciones de trabajo.  (recomendación parcialmente atendida, los clasificadores realizan ahora sus tareas alejados del frente de trabajo en una zona con servicios higiénicos y los residuos a clasificar son colocados sobre una superficie de hormigón)
Recepción de residuos de pequeños volúmenes	Se dispone de volquetas para que los vecinos puedan volcar cantidades pequeñas de residuos sin acceder al SDF	Mejorar la infraestructura para la recepción de residuos de pequeños volúmenes
Seguridad laboral en el sitio	No existe un plan de seguridad laboral	Diseño de un plan de seguridad laboral de cumplimiento obligatorio
Seguridad del predio	La seguridad del predio es realizada por la Policía durante todo el año	Se debe contar con personal de vigilancia dependiente del operador
Personal	No se cuenta con topógrafo.	Equipo de personal recomendado: - Jefe de disposición final - Ingeniero residente - Supervisor o capataz - Registradores - Personal administrativo - Topógrafo - Operadores de equipos - Mecánicos - Auxiliares o guías - Vigilantes
Cantidad de maquinaria	3 tractores frontales 2 compactadores 2 palas cargadoras 3 camiones	No hay recomendaciones respecto a cantidades. Se resalta la importancia del mantenimiento
Aspectos administrativos		Control de las tareas mediante "Libro Diario del Relleno"

<sup>2</sup> La autorización para la disposición de residuos no urbanos en el relleno es expedida por el LCA. Esta autorización tiene además un tiempo de validez de 1 mes por lo que se recomienda la instalación de un laboratorio en Felipe Cardoso para facilitar la realización de controles sorpresa o controles puntuales en aquellos casos que se tengan dudas sobre los residuos no urbanos que se pretenden ingresar que contarán o no con autorización del LCA.

## 7 Resultados de la revisión ambiental

En cuanto a la ubicación del SDF Felipe Cardoso es importante señalar que la misma, es inadecuada por:

- su cercanía al área urbana,
- la existencia de cursos de agua en el predio,
- su cercanía al aeropuerto Internacional de Carrasco, principal terminal aérea del país.

Respecto a la operación del SDF, ésta se realiza gobernada principalmente por las urgencias diarias sin mayor planificación para un futuro cercano y menos aún para la clausura del mismo. Esta situación responde a una carencia de recursos materiales y humanos, que a modo de ejemplo se ve en la tapada diaria, que podría contribuir a mitigar diferentes impactos y no representa mayores dificultades de implementación, sin embargo no se lleva a cabo. Por otro lado, cabe destacar que el predio se encuentra cercado, se controla el ingreso de residuos, se prohíbe el ingreso de personas ajenas al SDF, no existen animales y los clasificadores no se encuentran próximos a las zonas de trabajo.

Los principales impactos que se asocian al SDF son la contribución a la contaminación de los cursos de agua, la contribución a la contaminación del agua subterránea y la liberación incontrolada de metano.

Adicionalmente,

- En general no se cumple con las disposiciones legales vigentes.
- No se cuenta con un plan sistemático de monitoreo, siendo además, las medidas de mitigación, insuficientes.
- Existen dos planes de clausura: uno correspondiente a PE-CDFRDM y otro al PDRS, ambos cuentan con recomendaciones para la clausura y post clausura y además, el elaborado por el PDRS realiza una estimación de costos.
- Existe una diferencia apreciable entre la operativa actual del SDF y las recomendaciones del PDRS.

## 8 Propuesta de acciones y mejoras necesarias

Luego de realizado el análisis de la situación actual de los capítulos anteriores, se elaboran las propuestas de acciones y mejoras necesarias para el SDF Felipe Cardoso.

Primeramente se presentan las propuestas para el monitoreo de agua subterránea y el tratamiento de lixiviado dada la importancia intrínseca de estas tareas que en la actualidad no son llevadas a cabo. Seguidamente se abordan aquellas propuestas que alcanzan a la Usina 6/7 y aquellas que refieren a la Usina 8 específicamente. Se analizan únicamente aquellas medidas que deberían ser llevadas a cabo o incorporadas a la gestión actual y que redundarían en una mejora sustancial de la misma, no así aquellas que en la actualidad se realizan de forma adecuada.

Finalmente se elaboró un plan de mejoras donde se encontrará la medida propuesta, el responsable de su implementación, la finalidad de la medida, los costos asociados, la duración y el momento sugerido para ser llevada a cabo. Este plan de mejora contiene además una tabla con los indicadores propuestos y las metas a alcanzar para cada uno de ellos.

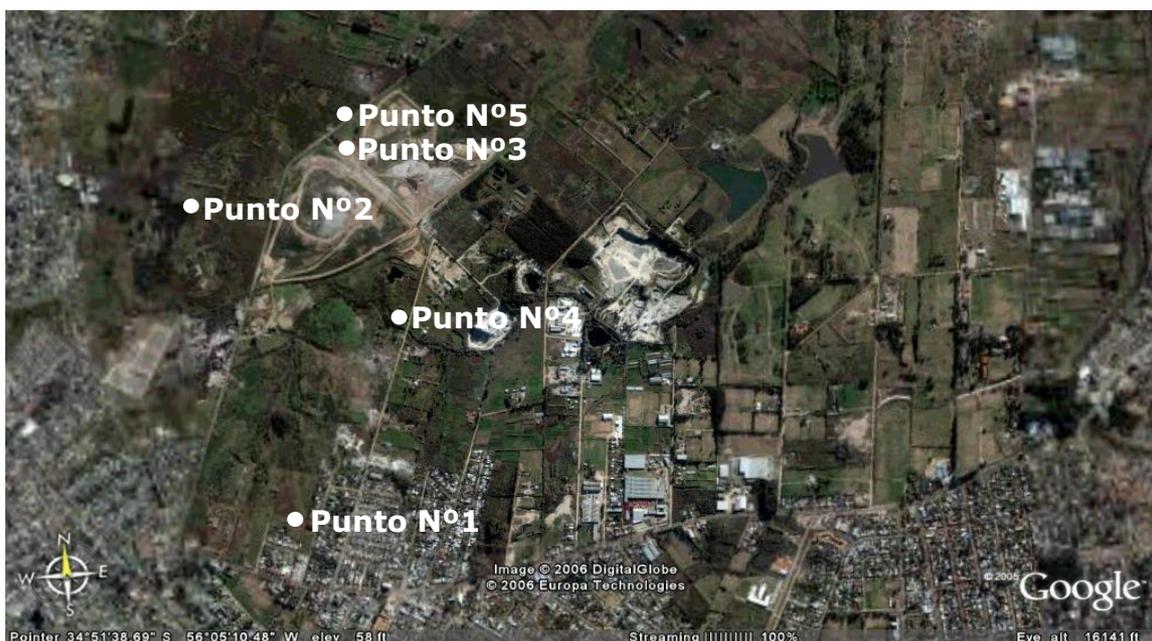
### 8.1 Monitoreo de aguas subterráneas

#### 8.1.1 Infraestructura existente

El proyecto PE-CDFRDM, recomendó la construcción de 7 perforaciones en el SDF Felipe Cardoso con un monitoreo bimensual y en forma alternada el bombeo de las perforaciones para el mantenimiento de las mismas.

Los parámetros a determinar en estos análisis son: alcalinidad total, arsénico, cadmio, calcio, cianuro, cinc, cloruros, cobre, color, conductividad específica, cromo total, DQO, dureza, fósforo, hierro total, magnesio, manganeso, mercurio total, níquel, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total Kjeldahl, pH, plomo, potasio, sodio, sulfatos, turbiedad.

Según lo relevado por el PDRS, las perforaciones construidas son 5 y su ubicación es similar a la propuesta y la misma se presenta en la siguiente figura bajo la denominación "Punto N°".



### **8.1.2 Plan de monitoreo propuesto**

Ante la falta de datos concluyentes acerca del funcionamiento del acuífero, en cuanto a su continuidad y direcciones de flujo, se propone utilizar los pozos existentes para el monitoreo de la calidad del agua subterránea hasta tanto no se realicen nuevos estudios y se recomienda llevar a cabo, en forma paralela, los que se presentan a continuación.

#### *Determinación del medio acuífero*

Según la información manejada por el proyecto PE-CDFRDM y por el PDRS, el acuífero se desarrolla en un medio fisurado. Se desconoce su extensión así como el estado de fracturación o de interconexión entre las fracturas.

#### *Determinación del sistema de flujo*

Una vez conocido el medio, se debe contar con una serie de medidas sistemáticas que contribuyan a determinar la dirección o direcciones de flujo del agua subterránea. Es imprescindible contar con datos exactos en cuanto a la posición de las perforaciones y en particular de la cota de la tapa de éstas.

#### *Determinación de la conexión del acuífero con el SDF*

Es importante conocer el nivel del lixiviado en el relleno y así evaluar la posición relativa de éste, respecto a los correspondientes al acuífero y determinar la relación hidráulica entre éstos.

#### *Caracterización de la calidad del agua*

Se recomienda realizar una caracterización para determinar la calidad natural del agua del acuífero y en función de ésta determinar el grado de afectación que la misma tiene debido a los lixiviados del relleno infiltrados al terreno. La caracterización puede ser realizada a partir de agua de perforaciones cercanas donde se tenga certeza que la calidad de ésta no se encuentra afectada por actividades antrópicas.

Una vez realizados estos estudios se sugiere implementar las siguientes acciones:

#### *Construcción de una red de monitoreo*

La red de monitoreo debe ser construida una vez determinados los puntos anteriores tanto en la cantidad de puntos de observación necesarios como en su ubicación, profundidad y ubicación de las zonas filtrantes.

#### *Muestreo*

Hasta tanto no se cuente con un conocimiento cabal del acuífero, se recomienda un muestreo trimestral. En la medida que no se constaten variaciones en los parámetros o se justifique a través de un conocimiento mayor de las condiciones de flujo del acuífero, esta frecuencia podría ser disminuida.

El muestreo y conservación deberá ser realizado según lo especificado en el documento "Guía para toma, conservación y transporte de muestras de agua subterránea" elaborado por la DINAMA<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> [http://www.dinama.gub.uy/descargas/doc\\_tecnicos/guia\\_toma\\_agua.pdf](http://www.dinama.gub.uy/descargas/doc_tecnicos/guia_toma_agua.pdf)

### *Análisis de la información*

Como parámetros de referencia para determinar una primera evolución de la calidad del agua subterránea se sugiere realizar una comparación de los análisis que se lleven a cabo con los valores correspondiente a los análisis realizados en 1998 y 2000.

Luego, se recomienda mantener en forma actualizada los datos que se vayan recabando de los muestreos y graficar su evolución en el tiempo y espacio para monitorear los cambios en los parámetros que indiquen un aumento o disminución en la contaminación del agua subterránea y con ello tomar las medidas correctivas necesarias. Se buscará eliminar la afectación del relleno al acuífero.

## **8.2 Tratamiento de lixiviados.**

Previo a la etapa de tratamiento de lixiviados, es necesario recolectar los lixiviados generados en las usinas 6/7 y 8.

Se sugiere realizar un tratamiento conjunto de los lixiviados de la Usina 6/7 con aquellos de la Usina 8.

Para la captación y conducción de lixiviados de la usina 6/7, se deberán colectar los lixiviados mediante la instalación de drenes o bien mediante pozos de bombeo. La selección de una opción u otra deberá ser evaluada en un proyecto específico.

Para la captación y conducción de lixiviados de la usina 8, es necesario contar con una capa drenante de fondo, la colocación de cañerías drenantes del lixiviado y cunetas que reciban del dren colector los lixiviados captados internamente. Todos los lixiviados recolectados deberán ser conducidos hacia una planta de tratamiento.

Se propone la construcción de una planta de tratamiento de lixiviados que asegure las condiciones para su posterior vertido a cursos de agua o para su conducción hasta el bombeo ubicado en calle Colastiné y su posterior impulsión hasta el sistema de saneamiento. El tipo de vertimiento determina el tratamiento de lixiviado a realizar dado que las condiciones de vertidos exigidas por el Decreto 253/79 son diferentes según sea el procedimiento a utilizar.

La siguiente tabla muestra en forma comparativa las exigencias planteadas según el destino previsto.

Estandar	Colector	Curso de agua
	PARAMETRO	
Material flotante	Ausente	Ausente
Temperatura	Máx 35° C	Máx 30°C, pero no podrá elevar la temperatura del cuerpo receptor más de 2°C
pH	Entre 5,5 y 9,5	Entre 6,0 y 9,0
DBO5	Máx 700 mg/L	Máx 60 mg/L
Sólidos sedimentables	Hasta 10 mL/L determinados en cono Imhoff en una hora	--
Sólidos suspendidos totales	--	Máx 150 mg/L
Aceites y grasas	Máx 200 mg/L	Máx 50 mg/L
Sulfuros	Máx 5 mg/L en S	Máx 1 mg/L
Detergentes	--	Máx 4 mg/L en LAS
Sustancias Fenólicas	--	Máx 0,5 mg/L en C6H5OH
Caudal	El caudal máximo en cualquier instante no podrá exceder 2,5 al caudal medio del período de actividad.	El caudal máximo en cualquier instante no podrá exceder 1,5 al caudal medio del período de actividad.
Amoniaco	--	Máx 5 mg/L en N
Fósforo total	--	Máx 5 mg/L en P
Coliformes totales	--	Máx 5000 CF 100 mL
Cianuros	Máx 1 mg/L	Máx 1 mg/L
Arsénico	Máx 0,5 mg/L	Máx 0,5 mg/L
Cadmio	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,05 mg/L
Cobre	Máx 1 mg/L	Máx 1 mg/L
Cromo Total	Máx 3 mg/L	Máx 1 mg/L
Mercurio	Máx 0,005 mg/L	Máx 0,005 mg/L
Niquel	Máx 2 mg/L	Máx 2 mg/L
Plomo	Máx 0,3 mg/L	Máx 0,3 mg/L
Zinc	Máx 0,3 mg/L	Máx 0,3 mg/L

En ambos casos, las concentraciones de los tóxicos orgánicos no podrán exceder en 500 (quinientas) veces los valores previstos por el artículo 5 para la CLASE 3.

Las etapas del tratamiento de lixiviado, en casos más exigentes, podrán ser las siguientes:

1. Rejas

Para retener los sólidos de mayor tamaño, provenientes de los canales perimetrales.

2. Laguna de equalización

Como sistema de regulación del caudal a tratar y homogenización de las características del lixiviado

3. Proceso biológico:

Tratamiento anaerobio

Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno.

Tratamiento aeróbico

Degradación de materia orgánica en presencia de oxígeno. Pueden ser barros activados, biodiscos, lagunas aerobias

Sedimentación

Se deja sedimentar los lodos, generando un residuo semisólido que deberá ser tratado posteriormente

4. Proceso físico químico:

Clarificación con lechada de cal (floculación)

Se busca generar flóculos de mayor tamaño para facilitar la sedimentación final

Pileta de neutralización

Etapas necesarias para bajar el pH

Sedimentación

Sedimentación final, obteniendo un lodo semisólido

5. Caracterización del efluente

En esta etapa se verifica que el líquido tratado cumple con los estándares exigidos para su vertido

6. Vertido

Es necesario determinar el caudal que se deberá tratar, tomando en cuenta el lixiviado obtenido por los sistemas de captación y el lixiviado extraído de los pozos para recuperación de gas. Dada la falta de precisión que se tiene al estimar estas cantidades, la laguna de equalización de lixiviado permite ir regulando el caudal a tratar y homogeneizar las características, ya que el mismo proviene de distintas fuentes (vertederos clausurados, vertederos en operación, canales de recolección de aguas superficiales, etc.).

La caracterización del lixiviado se realizará a través de la determinación de por lo menos los siguientes parámetros.

- pH
- DBO5
- DQO
- Fósforo
- Nitrógeno
- Alcalinidad
- Sólidos suspendidos
- Sólidos totales
- Metales
- Temperatura

### **8.3 Otras medidas**

#### **8.3.1 Muestreo de agua superficial**

Se recomienda que el muestreo de cursos de agua superficiales se realice en forma sistemática y por lo menos 3 veces al año.

#### **8.3.2 Usina 6/7**

##### **8.3.2.1 Clausura definitiva**

Se recomienda la implementación de las propuestas del PDRS y del proyecto CEAMSE mediante la realización de un proyecto ejecutivo específico.

##### **8.3.2.2 Captación, tratamiento y aprovechamiento energético de gas**

Se realizó un estudio por parte de la consultora SCS Engineers para el Banco Mundial que indica la viabilidad económica de llevar a cabo un aprovechamiento energético de biogás en determinados escenarios y la viabilidad económica de la combustión en todos los escenarios. Dada la existencia de este estudio, este informe no abordará este tema.

##### **8.3.2.3 Controles de clausura y posclausura**

Los controles a realizar son especificados en el punto 4 y en el punto 7.4.2 se profundiza en aspectos del monitoreo de aguas subterránea.

Estas tareas se llevarán a cabo por un período recomendado no menor a 15 años momento en el cual se deberá realizar un análisis de la situación general y decidir acerca de la pertinencia de continuar con estos controles.

Se recomienda, ante el peligro de asentamientos y la presencia de gases explosivos, evitar el uso de estos predios para la instalación de edificaciones o actividades productivas.

### **8.3.3 Usina 8**

Las siguientes medidas son planteadas para mejorar la gestión de la Usina 8 de forma que esta sea realizada de acuerdo a la normativa vigente y a las buenas prácticas de manejo de rellenos sanitarios.

#### **8.3.3.1 Reducir el área expuesta de residuos**

Se recomienda disminuir el área expuesta de residuos mediante la cobertura con material inerte de forma de reducir el impacto visual, la presencia de aves, la voladura de elementos livianos y la generación de olores. No es necesario un gran cuidado en la conformación de esta capa dado que ésta será cubierta por residuos a medida que se gane altura mediante la colocación de residuos sobre ésta. Si esta cobertura formara parte de la cobertura definitiva, son válidas las recomendaciones realizadas para la clausura de la Usina 6/7.

#### **8.3.3.2 Definir vida útil, definir habilitación de sectores C y D.**

El fin de la vida útil de los sectores A y B está prevista para el año 2007 y con la construcción de los sectores C y D, para el año 2011. Es importante definir si se concretará la construcción de los sectores C y D dado que por un lado implicaría comenzar la planificación para la construcción de éstos o viabilizar la construcción del Relleno Sanitario propuesto por el PDRS para lograr una transición sin complicaciones de discontinuidad del servicio.

#### **8.3.3.3 Instalación de un laboratorio y oficinas**

Este laboratorio tiene por finalidad realizar análisis de rutina para determinar las características de los residuos ingresados y determinar su aceptación o rechazo en casos de dudas. Si bien esta tarea es realizada por el Laboratorio de Higiene Ambiental, puede ocurrir que existan diferencias entre lo declarado y lo que efectivamente es ingresado al SDF.

Dado que las Usinas 6/7 están siendo clausuradas, el traslado de las oficinas a un lugar próximo a la Usina 8, facilitaría las tareas de control en el SDF.

#### **8.3.3.4 Instalación de barreras visuales**

Estas barreras, cercos verdes y árboles, principalmente reducen el impacto visual del relleno y colaboran a evitar la voladura de elementos livianos y la propagación de olores. Esta recomendación es, en estos últimos aspectos, complementaria a la cobertura diaria.

#### **8.3.3.5 Mejoras en la operación del SDF**

La siguiente tabla resume aquellos aspectos objeto de control y sobre los cuales el control realizado es considerado insuficiente o nulo, así como la propuesta de mejora para cada uno de ellos.

	<b>Medida aplicada</b>	<b>Alcance de la medida</b>	<b>Propuesta</b>
Lixiviados	Se recolectan pero no se tratan previo a su vertido	Insuficiente	Tratamiento previo al vertido
Emisión de gases	Ninguna	Nulo	Captación y si es posible aprovechamiento energético
Olores	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente	Tapada diaria, cortina arbórea
Dispersión de elementos livianos	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente	Tapada diaria, cortina arbórea
Presencia de aves	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente	Tapada diaria
Manejo de aguas pluviales	Tapada de celda en forma quincenal o mensual	Insuficiente	Tapada diaria, Recolección de residuos en canales perimetrales
Agua subterránea	No existe un muestreo y análisis sistemático	Insuficiente	Estudios previos, definición y construcción de una red de monitoreo
Asentamientos	Observación no sistemática	Insuficiente	Colocación de testigos, posicionamiento y control
Deslizamiento de taludes	Inspección visual	Insuficiente	Colocación de testigos, posicionamiento y control

#### **8.4 Plan de mejora**

El plan de mejora plantea para cada medida propuesta: el responsable de dicha actividad, el alcance de la misma, el costo, la duración y el momento de aplicación. Asociada a este plan, se presenta una tabla que contiene los indicadores propuestos que permiten medir el desempeño de su implementación.

	<b>Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Costo (US\$)</b>	<b>Duración</b>	<b>Momento de aplicación</b>
General	Tratamiento de lixiviados	SDF/IMM (operación) LCA/IMM (análisis y seguimiento)	Minimizar o evitar la contaminación de cursos de agua y lograr un vertimiento acorde a la normativa vigente Reducir la contribución de este factor a la contaminación de la Cañada de la Cantera y el Arroyo Juan Díaz y consecuentemente del Arroyo Carrasco y del Río de la Plata	1.000.000	Durante la operación de la usina 8 y durante la extracción y captación y/o tratamiento de gases	Inmediato
	Monitoreo de aguas subterráneas	Servicio SDF/IMM (operación) LCA/IMM (análisis y seguimiento)	Controlar la evolución de la calidad del agua subterránea e implementar las medidas correctivas que fueran necesarias	5.000 <sup>4</sup>	Durante la operación de la usina 8 y durante la extracción y captación y/o tratamiento de gases y mientras duren los controles de postclausura	Corto plazo

<sup>4</sup> Costos anuales en base a las 5 perforaciones existentes, y recomendaciones del PE-CDFRDM (página 22)

	<b>Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Costo (US\$)</b>	<b>Duración</b>	<b>Momento de aplicación</b>
Usina 6/7	Clausura definitiva <sup>5</sup>	SDR/IMM	Reducir al mínimo la generación de olores, la presencia de roedores, evitar la contaminación de agua de lluvia, minimizar el impacto visual	1:564.000	18 meses	Inmediato
	Captación, Tratamiento y aprovechamiento energético de los gases	DDA/IMM	Minimizar la liberación de metano y su colaboración al efecto invernadero. Obtener créditos de carbono.	3:120.000	Hasta año 2019 <sup>6</sup>	Mediano plazo
	Controles de clausura y postclausura	SDR/IMM LCA/IMM	Controlar la evolución del sitio y minimizar posibles impactos	--	Al menos 15 años.	Corto plazo

<sup>5</sup> La cobertura final deberá realizarse satisfaciendo al menos, las recomendaciones realizadas por el PDRS, ver página 14.

<sup>6</sup> Reporte de prueba de bombeo y estudio de prefactibilidad para la recuperación de biogas y producción de energía en el relleno sanitario de Montevideo. SCS Engineers, Banco Mundial.PRODUCCION DE ENERGIA EN EL RELLENO SANITARIO DE MONTEVIDEO, MONTEVIDEO, URUGUAY

	<b>Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Costo (US\$)</b>	<b>Duración</b>	<b>Momento de aplicación</b>
Usina 8	Reducir el área expuesta de residuos	SDR/IMM	Reducir la generación de olores, el impacto visual, la presencia de gaviotas y la contaminación del agua de lluvia al entrar en contacto con los residuos.	30.000	1 mes	Inmediato
	Definir vida útil, definir habilitación de sectores C y D	DDA/IMM	Planificar el uso del SDF y avanzar en la concreción un Relleno Sanitario como alternativa para la disposición final de los residuos	--	--	Corto plazo
	Instalación de un laboratorio y oficinas próximo a la Usina 8	DDA/IMM	Simplificar la operativa en el SDF	200.000	6 meses	Corto plazo
	Instalación de barreras visuales	SDR/IMM	Fundamentalmente reducir el impacto visual del SDF	40.000	6 meses	Corto plazo
	Mejoras en la operación del SDF	SDR/IMM	Mejorar la operación diaria y monitorear la evolución del SDF minimizando los impactos asociados al mismo	1.600.000	Durante toda la operación	Inmediato

### 8.4.1 Indicadores propuestos

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Meta</b>
GENERALES	Cantidad de muestras tomadas y validadas al año de cada uno de los puntos de muestro definidos para agua superficial. Parámetros de vertimiento según Decreto 253/79 y demás parámetros de control de funcionamiento de la planta de tratamiento de lixiviados	Ver decreto 253/79	Vertimiento cumpliendo las exigencias del Decreto 253/79
	Cantidad de muestras tomadas y analizadas al año de cada uno de los pozos de monitoreo de agua subterránea. Validación de la calidad de los análisis.	Nº muestras/año	4 (cuatro) muestras por año en cada uno de los pozos de monitoreo y validación de éstas.
	Parámetros de monitoreo de calidad de aguas subterráneas	Nº muestras/año	4 muestras/año por cada punto de monitoreo Mantener la calidad natural del agua subterránea del acuífero.

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Meta</b>	
USINA 6/7	Porcentaje de cobertura final	%	100%	
	Kilómetros acondicionados de caminería interna	km	La totalidad de la caminería propuesta en el plan de cierre específico	
	Pendiente de los taludes	%	Menor al valor que se determine en el plan de cierre específico	
	Toneladas CO <sub>2</sub> equivalente captadas anualmente	ton CO <sub>2</sub> eq/año	Alcanzar los valores recomendados en el estudio de SCS engineering	
	Cantidad de registros de medición de asentamientos	Nº registros/año	Cumplir con las recomendaciones determine el plan post clausura específico	
	USINA 8	Metros cuadrados de área expuesta de residuos	m <sup>2</sup>	El área correspondiente al frente de trabajo
		Número de quejas de población cercana debido al sitio de disposición final (por olores, voladuras, etc)	Nº quejas/semestral	No superar y disminuir el número actual de quejas
Kg de residuos retirados de canales perimetrales mensualmente		Kg residuos/mes	Ir disminuyendo en un 10% mensualmente los residuos recolectados.	
Registros mensual de incidentes de seguridad (p.e: ingreso al predio)		Nº registros/mes	No tener incidentes de seguridad	

## 9 Anexo

### 9.1 Abreviaturas

SDF	Sitio de Disposición Final
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
IMM	Intendencia Municipal de Montevideo
DDA/IMM	Departamento de Desarrollo Ambiental de la IMM
SDR/IMM	Servicio de Disposición de Residuos de la IMM
LCA	Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM
PDRS	Plan Director de Residuos Sólidos

### 9.2 Análisis químicos

#### 9.2.1 PDRS

En el marco del PDRS, el 10 de junio de 2004, se realizó una campaña de muestreo y análisis químico de los cursos de agua del AMM. La siguiente tabla extrae los resultados correspondientes a la Cañada de las Canteras en su pasaje por el SDF Felipe Cardoso. La totalidad de los resultados así como el análisis de los mismos se encuentra en el documento "Adenda a la Evaluación Sanitaria de cursos de agua".

El punto 7 se ubica aguas arriba del vertido de lixiviados a la cañada y el 8, aguas abajo.

Pto	Hora	OD (mg/l)	Conductividad (ver medida)	Temperatura (°C)	PH	Observaciones
7	11:55	1,73	0,02 $\mu$ s	16,4	7,44	agua oscura, peces muertos
8	12:15	2,63	0,02 $\mu$ s	15,3	8,08	agua oscura

Punto de muestreo	pH	DBO mg/l	DQO mg/l	Amonio mg/l	Fosforo T. mg/l	ST mg/l	STV mg/l	SST mg/l	SSV mg/l	Zn mg/l	Cr mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	CT u.f.c./100ml	CF u.f.c./100ml
7	7,43	11	75	0,4	1,5	1241	327	20	15	<0,05	0,15	<0,005	<0,0005	2,0x10 <sup>5</sup>	8,3x10 <sup>4</sup>
8	7,75	25	197	0,1	1,8	1345	445	36	26	<0,05	0,18	<0,005	<0,0005	6,2x10 <sup>5</sup>	1,5x10 <sup>5</sup>

#### 9.2.2 Laboratorio de Higiene Ambiental de la IMM

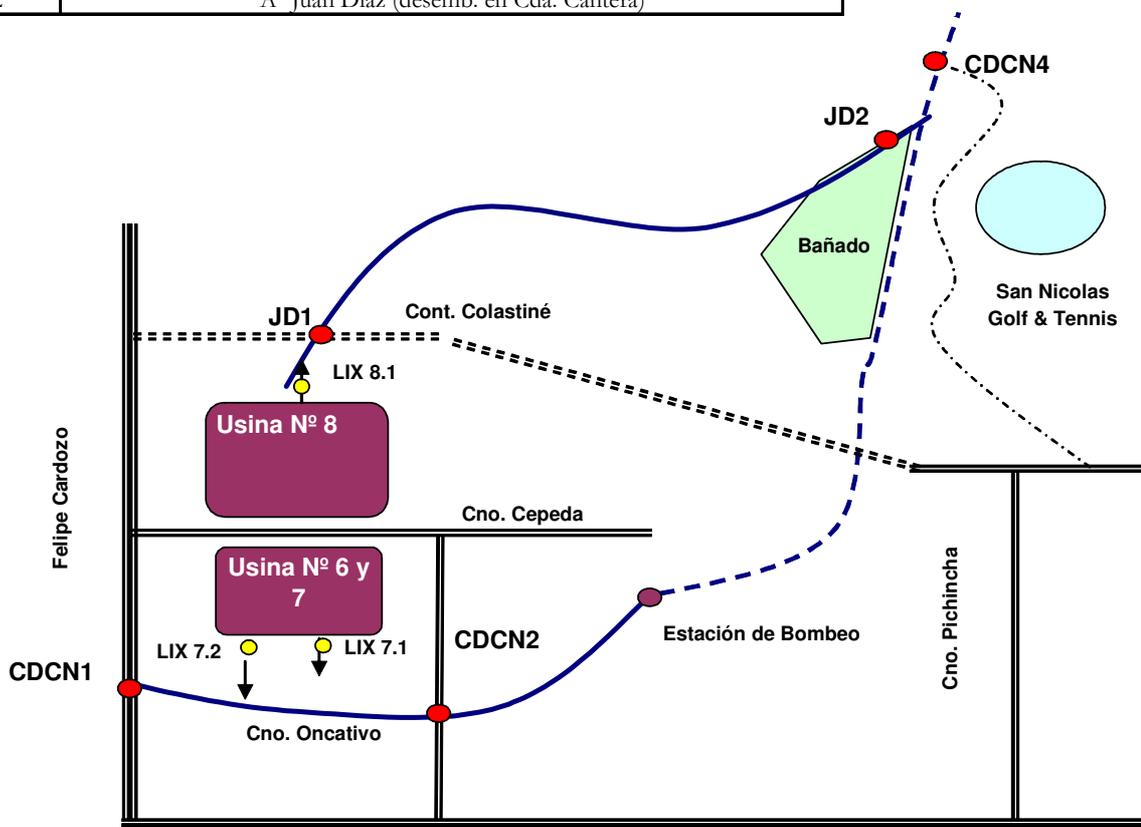
Los datos que a continuación se presentan corresponden a los resultados más recientes de los análisis químicos que realiza regularmente el LCA de aguas superficiales y a aquellos realizados en 1998 de aguas subterráneas.

9.2.2.1 Agua superficial



Intendencia Municipal de Montevideo  
 Departamento de Desarrollo Ambiental  
 Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental

Código	Ubicación
CDCN1	Cda. Canteras y Felipe Cardozo (aguas arriba de la Usina 7)
CDCN2	Cda. Canteras y Cno. Oncativo (aguas abajo de la Usina 7)
CDCN4	Cda. Canteras (aguas abajo del Arroyo Juan Díaz)
LIX 7.1	Lixiviado de la Usina 7
LIX 7.2	Lixiviado de la Usina 7
LIX 8.1	Lixiviado de la Usina 8
JD1	A° Juan Díaz (aguas debajo de la Usina 8)
JD2	A° Juan Díaz (desemb. en Cda. Cantera)



Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Fecha de Muestreo	Código	Nº de Registro	T °C	pH	OD (mg/L)	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
29-jul-02	CDCN1	4171		7,4	6,6	10	10	40	25	5,7	1,3	0,01	0,01	2,6E+04
15-nov-02		5013		7,0	0,2	12	30	130		6,4	1,1	0,01	0,01	9,9E+05
27-sep-03		6286		7,5	5,7	13	7	40		2,8	0,5	0,02	0,01	1,7E+05
22-ene-04		6566		7,7	2,6	100	12	110		3,4				4,2E+04
05-may-04		6783		7,5	0,2	10	14	120		10	0,7			
24-sep-04		7195		7,7	0,2	25	20	100		9,1	1,1	0,01	0,01	2,1E+05
07-dic-04		7382	19,6	7,3	0,2	25	50	130		9,7	1,9	0,02	0,01	51000
20-abr-05		7729	18,0	7,5	0,4		17	70		5,1	1,2	0,03	0,01	290000
20-jul-05		8015	10,6	7,6	6,0		13	50		0,9	0,5	0,01	0,01	124000
21-oct-05		8382		7,3	0,1	25	60	100		8,1	1,6	0,01	0,01	370000
20-ene-06		8650		7,4	1,2	25				0,8	1,2			1000
29-jul-02		CDCN2	4173		7,8	7,5	10	20	140	25	87	2,4	0,05	0,01
15-nov-02	5014			7,7	3,1	12	20	120		42	1,7	0,02	0,01	4,3E+05
27-sep-03	6287			7,8	2,5	30	16	110		45	0,7	0,05	0,01	3,6E+05
22-ene-04	6570			7,9	2,3	40	25	180		30				5,1E+04
05-may-04	6784			7,7	2,6	11	15	200		59	1,1	0,05	0,01	
24-sep-04	7196			8,1	0,2	25	50	140		35	1,4			2,5E+05
07-dic-04	7383		21,9	7,9	0,1	25	40	180		31	1,8	0,04	0,01	62000
20-abr-05	7730		18,2	8,0	2,7		17	170		39	1,5	0,07	0,01	31000
20-jul-05	8016		8,2	7,8	6,4		20	90		25	1,0	0,03	0,01	59000
21-oct-05	8383			7,6	0,1	40	60	190	25	64	2,3	0,05	0,02	1200000
20-ene-06	8651			7,9	0,1	25				29	2,1			90000

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Fecha de Muestreo	Código	Nº de Registro	T °C	pH	OD (mg/L)	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
29-jul-02	CDCN4	4172		7,4	6,4	40	8	100	25	12	1,6	0,03	0,01	1,3E+03
04-sep-02		4533		7,3	7,2		15	70		7,0	0,5			6,5E+02
18-oct-02		4884		7,6	5,9	14	5	110		15		0,01	0,01	8,5E+03
15-nov-02		5019		7,3	2,0	11	5	40		9,4	0,7	0,01	0,01	1,3E+03
08-ene-03		5280		7,4	7,3	20	9	40		8,3	2,0	0,01	0,01	1,0E+02
27-sep-03		6288		7,5	5,6	50	6	60		13	0,6	0,02	0,01	3,3E+03
22-ene-04		6569		7,5	5,2	16	10	20		6,8	0,9	0,01	0,01	1,0E+03
05-may-04		6785		7,3	4,3	10	4	80		14	0,5	0,02	0,01	
24-sep-04		7197		7,6	4,0	25	23	20		5,5	0,5	0,01	0,01	7,0E+02
07-dic-04		7384	22,3	7,4	4,1	25	6	30		2,5	0,5	0,01	0,01	1000
20-abr-05		7731	18,4	7,3	2,3	25	50	130		18	2,2	0,05	0,01	12000
20-jul-05		8017	9,5	7,4	9,1	25	3	30		5,8	0,5	0,02	0,01	3000
21-oct-05		8384		7,3	3,3	25	9	60		16	1,7	0,01	0,01	2000
20-ene-06		8652		7,1	3,4	25				1,8	1,0			2000
29-jul-02	JD1	4180		8,1		130	20	440	50	250	3,0	0,06	0,01	
04-sep-02		4532		7,7	9,7		13	150		16	1,5	0,02	0,01	2,9E+03
18-oct-02		4883		7,6	0,1	90	90	390		46	1,1	0,04	0,01	6,1E+03
15-nov-02		5018		7,5	2,6	90	20	210		24	2,1	0,02	0,01	2,2E+04
08-ene-03		5279		7,4	3,9	80	10	80		9,9	0,5	0,02	0,01	6,4E+03
21-mar-03		5721		7,4	0,1	90	200	380		3,0	1,7	0,03	0,01	3,4E+07
27-sep-03		6292		7,5	0,2	460	380	480		68	1,3	0,04	0,01	3,0E+04
22-ene-04		6567		7,7	0,1	580	160	490		23	1,6	0,10	0,01	3,0E+04
05-may-04		6786		7,6	0,1	70	70	430		59	0,7	0,11	0,01	
24-sep-04		7194		7,5	0,1	250	60	220	25	17	1,0	0,02	0,01	1,0E+03
20-abr-05		7732		7,7		430	260	2500	25	140	3,1	0,3	0,3	66000
20-jul-05		8018		8,1			370	940		56	3,3	0,3	0,01	27000

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Fecha de Muestreo	Código	Nº de Registro	T °C	pH	OD (mg/L)	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	
20-jul-05	JD2	8019		7,4		25	i	990	25	8,2	1,0			1000	
29-jul-02	Lix 7.1	4176		8,1		430	280	3300	50	1100	15	1,6	0,3		
18-oct-02		4880		8,1		180	1100	4200	25	1600	11	0,8	0,3		
15-nov-02		5015		8,1		90	240	2800	25	1200	9,7	1,0	0,3		
27-sep-03		6289		8,0		70	1500	4100		1500	13	0,7	0,3		
22-ene-04		6571		8,1		280	170	3800	50	1900		0,3	0,3		
05-may-04		6787		8,1		190	120	2200	25	1300	12	1,4	0,3		
07-dic-04		7385		8,5		110	290	2800	30	1800	13	2,3	0,7		
20-abr-05		7727		8,3		210	100	1400	25	1900	12	1,0	0,3		
20-jul-05		8020		7,9		150	2400	4400		4600	7,7	0,7	0,3		
20-ene-06		8654		8,3		160				840	13	1,5	0,3		
29-jul-02		Lix 7.2	4177		8,3		60	130	2000	50	520	7,8	0,5	0,3	
18-oct-02			4881		8,4		80	130	1800	25	630	3,7			
15-nov-02	5016			8,4		140	170	3600	25	1200	13,7	0,8	0,3		
27-sep-03	6290			9,0		40	40	1700		490	4,0	0,3	0,3		

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Fecha de Muestreo	Código	Nº de Registro	T °C	pH	OD (mg/L)	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	
29-jul-02	Lix 8.1	4178		8,1		1400	6900	9700	50	170	4,0	0,2	0,3		
04-sep-02		4531		7,3			3300	4200	25	61	0,6	0,2	0,3		
18-oct-02		4882		6,7			350	3400	5400	25	110	1,6	0,2	0,3	
15-nov-02		5017		7,9			410	2200	4500	25	150	2,8	0,2	0,3	
08-ene-03		5281		9,0			420	440	2000	80	50	4,8	0,2	0,3	
21-mar-03		5720		8,2			1000	990	3700	70	160	6,2	0,2	0,7	
27-sep-03		6291		7,9			140	3600	6300		85	14	0,4	0,3	
22-ene-04		6568		8,2			1500	4500	11800	50	850		0,7	1,5	
05-may-04		6788		8,2			120	3300	7600	25	850	9,1	1,8	0,3	
18-jun-04		6934		8,3				800	4300						
21-jun-04				8,4				950	3400						
23-jun-04		6969		8,2				1400	4200						
25-jun-04		6996		8,2				870	3800						
28-jun-04		6997		8,3				550	3800						
30-jun-04		7007		8,3				710	2600						
02-jul-04		7012		8,2				550	4100						
05-jul-04		7013		8,2				570	4500						
09-jul-04		7027		8,5				670							
24-sep-04		7198		8,6			300	420	4400	25	930	9,0	1,9	0,3	
07-dic-04		7386		8,7			470	2500	6900	40	1300	9,6	2,3	0,3	
20-ene-06		8653		8,4			48				490	14	1,6	0,3	
11-feb-04		6611		8,6			740	5800	13400		760				
17-feb-04		6633		8,1				7100	12100			21			
25-feb-04		6645		7,9				13600	19200		800	9,7			
02-mar-04		6647		8,0				8300	14200		770	9,2			
15-abr-04		6762		8,2				3700	8000		1000	6,2			

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental



Intendencia Municipal de Montevideo  
Departamento de Desarrollo Ambiental  
Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental

PROGRAMA DE MONITOREO DE CUERPOS DE AGUA  
RESULTADOS CORRESPONDIENTES A LA CAÑADA de las CANTERAS

Fecha de Muestreo	Código y Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Temp. (°C)	pH	CE (µmho/cm)	OD (mg/L)	ST (mg/L)	STV (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	Nitrógeno Total (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Sulfuros Totales (mg/L S)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
ene-02	CDCN - Cañada Cantera - Estación de Bombeo Cantera	23-ene-02	24,3	7,7	2100	0,3	1200	250	30	20	50	120	25		18	1,9	0,1	0,03	0,01	1,7E+05
mar-02		06-mar-02	22,5	7,9	2200	3,1	500	10	25	10	20	100	25		33	2,9	0,1	0,03	0,01	2,8E+06
jul-02		10-jul-02	6,6	8,2	1600	9,8	1200	500	20	10	15	90	25	59,0	13	1,5	0,1	0,02	0,01	1,2E+06
ago-02		12-ago-02	11,5	7,8	1400	6,4	1100	430	50	15	30	140	25	42,0	12	2,6	0,1	0,02	0,01	6,0E+04
sep-02		25-set-02	18,0	8,0	1700	3,0	1100	280	80	20	30	120	25	20,0	17	2,0	0,1	0,04	0,01	3,5E+04
ene-03		26-dic-02	23,5	8,0	1700	5,3	890	210	20	20	11	80	25	24	23	1,2	0,1	0,02	0,01	2,6E+04
feb-03		19-feb-03	19,0	7,8	1900	4,6	1100	220	16	10	14	140	25	34	26	1,2	0,1	0,02	0,01	1,1E+04
mar-03		14-mar-03	18,4	7,2	1900	0,7	1100	210	17	11	12	110	25	63	39	1,6	0,1	0,03	0,01	2,6E+05
jul-03		17-jul-03	8,3	7,9	1500	8,2	940	160	11	10	20	80	25		33	1,0	0,1	0,02	0,01	8,0E+04
ago-03		11-ago-03	8,0	7,8	1500	9,3	810	180	18	10	8	40	25		33	1,1	0,1	0,02	0,01	6,0E+03
sep-03		02-sep-03	11,6	8,0	1900	6,4	1100	250	17	10	11	130	25		43	1,4	0,1	0,02	0,01	4,0E+03
ene-04		19-ene-04	22,5	7,7	1500	4,0	830	110	25	25	17	50	25	69	18	1,3	0,1	0,02	0,01	2,3E+04
feb-04		20-feb-04	19,7	7,9	1800	5,0	1000	160	25	25	15	60	25	32	20	1,1	0,1	0,02	0,01	1,6E+04
mar-04		16-mar-04	21,0	7,8	1800	2,3	1000	150	25	25	17	110	25	31	29	2,1	0,1	0,06	0,01	1,2E+05
jul-04		28-jun-04	12,5	7,8	1500	8,4	850	250	25	25	19	90	25	47	32	1,4	0,1	0,02	0,01	2,7E+04
ago-04		04-ago-04	15,1	8,2	1600	6,5	1100	130	25	25	12	60	25	63	23	0,8	0,1	0,02	0,01	7,0E+03
sep-04		13-sep-04	11,1	8,1	1600	8,2	910	220	25	25	11	50	25	35	32	0,5	0,1	0,03	0,01	4,0E+03
ene-05		28-dic-04	22,0	8,1	2400	0,1	1500	240	25	25	70	350	25		110	4,6	0,1	0,15	0,01	1,9E+06
feb-05		27-ene-05	19,3	6,9	1700	3,6	1300	280	25	25	20	160	25		40	1,0	0,1	0,05	0,01	7,0E+04
mar-05		14-mar-05	19,6	7,8	1300	5,4	910	310	25	25	10	100	25		21	1,6	0,1	0,03	0,01	2,0E+03
jul-05		24-jun-05	10,4	7,8	1300	7,7	910	210	25	25	11	80	25		14	2,1	0,1	0,02	0,01	2,5E+04
ago-05		10-ago-05	10,5	7,7	1500	2,3	1000	290	25	25	30	100	25		4,0	2,0	0,1	0,03	0,01	4,6E+03
sep-05		13-sep-05	14,6	7,6	1300	0,8	990		25	25	50	170	25		22	1,3	0,1	0,02	0,01	1,5E+04
ene-06		12-ene-06	22,1	7,8	1200	3,9	1700	540	25	25	9	70			20	1,7	0,1			1,4E+04
feb-06		01-mar-06	18,1	7,6	1500	4,0	750	190	25	25	12	100			4,5	2,2	0,1			2,3E+04
mar-06		29-mar-06	17,3	7,3	1500	2,1	830	270	25	25	22	80			27	2,8	0,1			8,8E+05

### **9.2.2.2 Agua subterránea**

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Estación	Fecha de muestreo	pH	Conductividad mS/cm	Color Hanzen	Turbidez NTU	DQO mg/L	Alcalinidad Total mg/L CaCO <sub>3</sub>	Calcio mg/L Ca	Magnesio mg/L Mg	Dureza Total mg/L CaCO <sub>3</sub>	Cloruros mg/L Cl	Amoníaco mg/L N-NH <sub>3</sub>	N Total Kjeldhal mg/L N-NH <sub>3</sub>	Sulfatos mg/L SO <sub>4</sub>
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,15	< 5	0,4	< 65	503	39	22	188	198	< 0,1	< 3	79
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,38	< 5	0,4	< 65	495	42	20	185	197	< 0,1	< 3	193
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,50	< 5	0,6	< 65	475	45	18	185	197	< 0,1	< 3	71
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,46	5	0,7	< 65	484	44	18	185	197	< 0,1	< 3	117
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,46	< 5	0,6	< 65	474	50	15	186	196	< 0,1	< 3	75
Punto 1	31/10/1998	7,5	1,42	< 5	0,5	-----	476	43	20	188	196	< 0,1	< 3	81
Punto 1	08/08/2000	7,4	1,56		0,5	< 10	640	39	21	185	199			19
Punto 1	09/08/2000	7,5	1,78		0,3	39	670	40	21	185	201			18
Punto 1	10/08/2000	7,5	1,57		0,3	< 10	690	39	21	185	202			20
Punto 2	31/10/1998	7,4	1,41	< 5	0,9	< 65	692	65	32	295	147	< 0,1	< 3	137
Punto 2	31/10/1998	7,4	1,61	5	0,9	< 65	697	63	29	278	142	< 0,1	< 3	171
Punto 2	31/10/1998	7,4	1,63	5	1,0	< 65	668	31	27	265	142	< 0,1	< 3	153
Punto 2	31/10/1998	7,5	1,59	5	1,0	< 65	667	57	24	242	128	< 0,1	< 3	121
Punto 2	31/10/1998	7,4	1,48	10	3,6	< 65	659	40	22	192	95	< 0,1	< 3	114
Punto 2	31/10/1998	7,4	1,44	5	2,3	-----	658	39	20	179	103	< 0,1	< 3	131
Punto 2	09/08/2000	7,4	1,81		3,1	19	700	47	24	215	105			53
Punto 2	10/08/2000	7,3	1,85		1,4	< 10	680	58	29	263	134			57
Punto 2	11/08/2000*	7,3	1,53		0,5	< 10	680	57	29	262	140			58
Punto 3	31/10/1998	7,5	1,25	5	0,6	< 65	697	66	38	320	106	< 0,1	< 3	97
Punto 3	31/10/1998	7,5	1,52	< 5	0,8	< 65	697	67	34	307	101	< 0,1	< 3	133
Punto 3	31/10/1998	7,6	1,52	5	1,6	< 65	668	66	36	312	100	< 0,1	< 3	155
Punto 3	31/10/1998	7,5	1,46	10	10,8	< 65	685	67	37	321	96	< 0,1	< 3	102
Punto 3	31/10/1998	7,2	1,46	5	1,8	< 65	669	68	36	316	93	< 0,1	< 3	111
Punto 3	31/10/1998	7,2	1,46	< 5	1,5	-----	682	59	42	320	99	< 0,1	< 3	118
Punto 3	09/08/2000	6,7	2,61		1,5	11	1096	216	110	994	225			75
Punto 3	10/08/2000	6,8	2,61		2,0	19	1105	226	103	989	229			78
Punto 3	11/08/2000*	6,8	2,55		1,1	17	1110	223	110	1011	229			78
Punto 4	08/08/2000	7,2	1,45		3,0	< 10	513	101	32	383	133			36
Punto 4	09/08/2000	7,3	1,61		0,6	< 10	536	103	30	383	160			36
Punto 4	10/08/2000	7,2	1,83		0,4	< 10	550	105	30	386	183			34
Punto 4	26/10/1998	7,3	1,11	< 5	0,5	-----	474	74	20	267	100	< 0,1	< 3	133
Punto 4	27/10/1998	7,3	1,25	5	0,6	< 65	495	79	23	289	82	< 0,1	< 3	128
Punto 4	28/10/1998	7,5	1,25	5	0,5	< 65	496	79	26	303	100	< 0,1	< 3	128
Punto 4	29/10/1998	7,6	1,23	< 5	0,9	< 65	509	84	22	299	111	< 0,1	< 3	129
Punto 4	30/10/1998	7,5	1,27	< 5	0,4	< 65	546	85	24	309	120	< 0,1	< 3	130
Punto 4	31/10/1998	7,5	1,21	< 5	0,5	< 65	535	84	27	320	125	< 0,1	< 3	111
Punto 5	31/10/1998	7,5	0,96	10	5,6	< 65	456	58	22	234	75	< 0,1	< 3	82
Punto 5	31/10/1998	7,6	1,04	5	2,0		449	59	21	232	75	< 0,1	< 3	134
Punto 5	31/10/1998	7,7	1,04	< 5	6,2		437	55	21	225	70	< 0,1	< 3	123
Punto 5	31/10/1998	7,7	1,04	< 5	1,1	< 65	437	59	18	221	68	< 0,1	< 3	97
Punto 5	31/10/1998	7,5	1,04	5	2,8	< 65	430	63	18	230	68	< 0,1	< 3	83
Punto 5	31/10/1998	7,5	1,02	< 5	0,5	-----	435	49	25	224	68	< 0,1	< 3	103
Punto 5	09/08/2000	7,4	1,23		1,3	< 10	467	70	27	286	60			29
Punto 5	10/08/2000	7,5	1,26		1,5	20	463	70	208	1033	63			27
Punto 5	11/08/2000*	7,4	2,32		1,0	11	476	60	203	987	55			19

Relleno Sanitario de Montevideo - Estudio de Revisión Ambiental

Estación	Fecha de muestreo	Fósforo Total mg/L P	Sodio mg/L Na	Potasio mg/L K	Arsénico microg/L As	Cromo Total mg/L Cr	Hierro Total mg/L Fe	Cadmio mg/L Cd	Cobre mg/L Cu	Zinc mg/L Zn	Niquel mg/L Ni	Plomo mg/L Pb	Mercurio Total microg/L Hg	Sólidos Disueltos mg / L	Sólidos Totales mg / L	Nitritos mg / L N - NO2
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	301	3,2	-----	0,017	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	-----			
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	291	3,2	< 10	0,010	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	296	3,3	< 10	0,011	0,4	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	300	3,5	< 10	0,006	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	295	3,3	< 10	0,005	< 0,1	< 0,001	< 0,2	0,04	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 1	31/10/1998	< 1,0	-----	-----	-----	-----	< 0,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Punto 1	08/08/2000	1,0	369	3,5			< 0,1							1018	1023	< 0,01
Punto 1	09/08/2000	< 1,0	351	3,5			< 0,1							1011	1015	0,01
Punto 1	10/08/2000	1,7	364	3,7			< 0,1							1017	1043	< 0,01
Punto 2	31/10/1998	< 1,0	327	5,4	-----	0,009	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	-----			
Punto 2	31/10/1998	< 1,0	322	4,7	< 10	0,006	0,1	< 0,001	< 0,2		< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 2	31/10/1998	< 1,0	332	4,6	< 10	0,009	0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 2	31/10/1998	< 1,0	336	4,2	< 10	0,006	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 2	31/10/1998	< 1,0	336	3,5	< 10	0,005	0,2	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 2	31/10/1998	2,2	-----	-----	-----	-----	0,2	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Punto 2	09/08/2000	< 1,0	398	3,2			0,3							1140	1152	0,01
Punto 2	10/08/2000	< 1,0	382	4,6			< 0,1							1246	1249	< 0,01
Punto 2	11/08/2000*	< 1,0	379	4,2			< 0,1							1170	1238	< 0,01
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	261	2,6	-----	0,015	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	-----			
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	266	2,5	< 10	0,007	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	266	2,4	< 10	0,010	0,3	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	270	2,8	< 10	0,008	0,9	< 0,001	< 0,2	0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	270	2,7	< 10	0,005	0,3	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 3	31/10/1998	< 1,0	-----	-----	-----	-----	0,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Punto 3	09/08/2000	1,0	291	3,5			0,2							1705	1739	0,01
Punto 3	10/08/2000	< 1,0	295	3,2			0,3							1582	1736	< 0,01
Punto 3	11/08/2000*	1,0	277	3,5			0,2							1656	1734	0,01
Punto 4	08/08/2000	< 1,0	230	4,6			0,3							896	927	< 0,01
Punto 4	09/08/2000	< 1,0	257	5,0			< 0,1							1030	1046	< 0,01
Punto 4	10/08/2000	< 1,0	269	4,8			< 0,1							1046	1072	< 0,01
Punto 4	26/10/1998	2,6	-----	-----	-----	-----	< 0,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Punto 4	27/10/1998	< 1,0	203	4,2	< 10	0,004	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 4	28/10/1998	< 1,0	208	4,1	< 10	0,007	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 4	29/10/1998	< 1,0	215	3,8	< 10	0,008	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 4	30/10/1998	< 1,0	215	3,9	< 10	0,020	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 4	31/10/1998	< 1,0	220	4,1	-----	0,006	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	-----			
Punto 5	31/10/1998	< 1,0	169	5,1	-----	0,019	0,6	< 0,001	< 0,2	0,03	< 0,3	< 0,03	-----			
Punto 5	31/10/1998	< 1,0	174	5,2	< 10	0,020	0,4	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 5	31/10/1998	< 1,0	185	6,4	< 10	0,011	1,8	< 0,001	< 0,2	0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 5	31/10/1998	< 1,0	178	6,3	< 10	0,009	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 5	31/10/1998	< 1,0	178	7,8	< 10	0,005	0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,03	< 0,3	< 0,03	< 5			
Punto 5	31/10/1998	1,2	-----	-----	-----	-----	0,2	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Punto 5	09/08/2000	< 1,0	190	8,0			0,1							586	636	< 0,01
Punto 5	10/08/2000	< 1,0	197	7,7			< 0,1							742	782	< 0,01
Punto 5	11/08/2000*	< 1,0	192	7,9			< 0,1							592	694	< 0,01