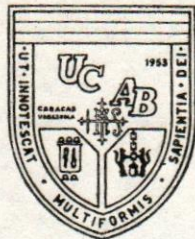


AN 5840

TESIS  
JC998  
L3  
v.1



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**ESTUDIO DE LA BONANZA COMO SOLUCION AL  
PROBLEMA DE DISPOSICION FINAL DE LOS  
DESECHOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO  
LIBERTADOR.**

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: diez y siete (17)

JURADO EXAMINADOR

Firma:

*[Handwritten signature]*

Nombre:

Firma:

*[Handwritten signature]*  
Nombre: Felix Miguel SANCHEZ

Nombre:

Firma:

*[Handwritten signature]*

Nombre:

Sergio Arcetti G.

REALIZADO POR

**Br. Oscar Lage.  
Br. Mateo Lesizza.**

PROFESOR GUIA

**Ing. Sergio Arcetti.**

FECHA

**Octubre, 1998.**

# Indice.

---

	<b>Página</b>
<b>Sinopsis</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>Capítulo 1 Información básica</b> .....	
1.1 Generalidades .....	4
1.1.1 Riesgos para la salud .....	4
1.1.2 Efectos sobre el ambiente .....	5
1.1.3 El ciclo de los desechos sólidos .....	6
1.1.4 Sistemas de tratamiento .....	6
1.1.4.1 Incineración .....	6
1.1.4.2 Conversión en abono (Composting) .....	7
1.1.4.3 Pirólisis .....	7
1.1.4.4 Recuperación .....	7
1.1.5 Disposición final .....	8
1.1.5.1 Relleno sanitario .....	8
1.2 El Relleno Sanitario y el Reciclaje Como las Alternativas Más Viables... .....	8
1.3 Información General Sobre el Método de Relleno Sanitario .....	10
1.3.1 Descomposición de los desechos sólidos y sus efectos .....	12
1.4 Criterios a Evaluar para la Selección de Terrenos a ser usados como Relleno Sanitario .....	17
1.4.1 Levantamiento general de datos .....	17
1.4.2 Hidrología y Geología .....	17
1.4.3 Clima .....	18
1.4.4 Datos de materiales de préstamo .....	18
1.4.5 Topografía .....	18
1.4.6 Condiciones de ubicación y acceso .....	21
1.4.7 Datos Políticos y Económicos .....	21
1.4.8 Otros .....	21
1.5 Selección del Area .....	22
1.6 Problemas de Contaminación Ambiental Asociados a Rellenos Sanitarios .....	22
1.6.1 Contaminación por lixiviados .....	23
1.6.2 Contaminación por gas .....	23
1.6.3 Roedores, insectos y aves .....	24
1.6.4 Incendios .....	24
1.6.5 Olores, ruido y polvo .....	24
1.7 El Problema en el Municipio Libertador .....	25
<b>Capítulo 2 Metodología</b> .....	<b>26</b>
2.1 Procedimiento .....	26
<b>Capítulo 3 Evaluación del sitio</b> .....	<b>28</b>

	<b>Página</b>
<b>3.1 Cuadros de Información Recopilada</b> .....	<b>28</b>
3.1.1 Características generales .....	28
3.1.2 Ubicación relativa .....	28
3.1.3 Condiciones de acceso .....	29
3.1.4 Características de la zona .....	29
3.1.5 Conveniencia del área .....	30
<b>3.2 Evaluación de los Datos Obtenidos</b> .....	<b>30</b>
3.2.1 Normativa vigente .....	30
3.2.2 Otras consideraciones .....	32
3.2.2.1 Pendiente de las vías de acceso .....	32
3.2.2.2 Aguas de lluvia .....	33
3.2.2.3 Aguas subterráneas .....	33
3.2.2.4 Servicios en el terreno .....	33
3.2.2.5 Influencia de industrias vecinas .....	34
<b>Capítulo 4 Evaluación de la operación</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1 Cuadros de Información Recopilada</b> .....	<b>35</b>
4.1.1 Transferencia y procesos intermedios .....	35
4.1.2 Operación general del relleno .....	36
4.1.3 Problemas sanitario-sociales .....	37
4.1.4 Instalaciones generales del área y equipos utilizados .....	38
4.1.5 Costos de operación y sistema de cobro .....	39
<b>4.2 Evaluación de la Operación</b> .....	<b>39</b>
4.2.1 Transporte al relleno(acarreo) .....	39
4.2.2 Recuperación en el relleno .....	40
4.2.3 Pesaje y control de los residuos que llegan .....	41
4.2.4 Control de lixiviados y drenaje de aguas de lluvia .....	41
4.2.5 Control del biogas .....	43
4.2.6 Disposición y compactación .....	43
4.2.7 Control de animales en el relleno .....	44
4.2.8 La planta de Corpoven .....	44
4.2.9 Administración del relleno .....	45
4.2.10 Personal empleado .....	45
<b>4.3 Evaluación General</b> .....	<b>46</b>
<b>Capítulo 5 Disminución en la producción de desechos</b> .....	<b>47</b>
<b>5.1 Importancia del Reciclaje y la Reducción de Desechos</b> .....	<b>47</b>
<b>5.2 Las "Cuatro R"</b> .....	<b>48</b>
<b>5.3 Medidas a Ser Adoptadas</b> .....	<b>51</b>
<b>5.4 Implementación de Medidas a Tomar</b> .....	<b>53</b>
<b>5.5 Aplicación de Programas en el Municipio Libertador</b> .....	<b>54</b>
<b>Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>60</b>

## Agradecimientos

---

Creemos necesario expresar nuestro sincero agradecimiento a;

Ingeniero Sergio Arcetti, quien sin mas interés que la difusión de conocimientos, colaboró de manera invaluable en la realización del presente trabajo, brindando apoyo, experiencia, tiempo y oportunas recomendaciones.

Ingeniero Mario González Lares, quien desinteresadamente puso a nuestra disposición su extensa biblioteca así como sus amplios conocimientos en la materia.

Empresa Cotécnica, en las personas de Argenis Morfe, Ingeniero Vladimir Alavos y especialmente al Ingeniero Ernesto D'scriban, quienes nos brindaron su tiempo y aportaron importantes datos e información.

Mancoser, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y Biblioteca de la Escuela de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Central de Venezuela, por la colaboración prestada.

## Sinopsis

---

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar el relleno sanitario La Bonanza como posible solución al problema de disposición final de los desechos sólidos en el Municipio Libertador.

Como información preliminar se revisó la bibliografía referente a los distintos procesos y métodos de tratamiento empleados en la disposición final de desechos sólidos. También se recopiló información demográfica y datos sobre la producción de desechos en el municipio.

Se realizó una evaluación del terreno y su capacidad de ser utilizado para operar en el un relleno sanitario. En esta evaluación se utilizaron los criterios contenidos en la normativa técnica vigente,<sup>[17]</sup> así como otros aspectos no contemplados en la misma, pero que tienen importancia en la operación del mismo.

Debido a los múltiples problemas que ha presentado, se estudió la operación pasada al igual que el proyecto para la operación futura. Se tomaron en cuenta aquí la presencia de recuperadores en el relleno, las vías de acceso al terreno, el manejo de las aguas y otros aspectos no menos importantes.

Dada la conveniencia de incrementar la vida útil del relleno sanitario, se propusieron también, algunas medidas para disminuir la cantidad de desechos a disponer en el mismo.

En conclusión, se encontró que el relleno sanitario La Bonanza ha operado, hasta ahora, como un vertedero controlado y no como un relleno sanitario. Pero, si se empieza a operar correctamente, podría ofrecer una solución al problema de disposición final en el municipio. Sin embargo, presenta ciertos aspectos que dificultan el trabajo, los cuales son en su mayoría consecuencia del terreno escogido. En lo referente a la disminución de la producción de desechos, el aspecto fundamental es la educación continua del individuo, para así conseguir su colaboración en los programas destinados a lograr este objetivo.

## Introducción

---

La disposición final de los desechos sólidos es un grave problema en las grandes ciudades. El incremento de la calidad de vida y el desarrollo contribuye en gran medida a agravar este problema.

Los riesgos para la salud, así como las molestias que origina la disposición directa de los desechos al suelo o al agua, motivaron el desarrollo de otros métodos para realizar dicha operación. El relleno sanitario es uno de los más eficientes y su uso se ha extendido en el mundo.

La disposición de los desechos del Municipio Libertador se realiza en el relleno sanitario La Bonanza, el cual ha presentado múltiples problemas en el pasado. Sin embargo, puede resultar una solución viable para los desechos de dicho municipio.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar de una manera general al relleno sanitario La Bonanza en cuanto a su ubicación y operación, emitiendo un diagnóstico razonado de su situación actual, además de tratar de proponer soluciones para la disminución en la producción de desechos e incentivar, aun más, el desarrollo del reciclaje como método de tratamiento viable en el país. Del mismo modo, se pretende estimular la continuidad de estudios, en futuras tesis de grado e investigaciones particulares, de temas específicos relacionados con el manejo integral de los desechos sólidos, cuyos resultados, indudablemente, serán de un gran beneficio para la comunidad.

Este informe no pretende ser la panacea para los problemas de disposición final en el Municipio Libertador, ni mucho menos ser referencia para investigadores en control y tratamiento de lixiviados y biogas, o desarrollar nuevas metodologías para la operación de rellenos sanitarios, se trata, como ya se dijo, de realizar una evaluación general del relleno sanitario La Bonanza, además de hacer algunas recomendaciones para alargar su vida útil.

El desarrollo del mismo se vio limitado por ciertas circunstancias. Una de las principales fue la falta de bibliografía actualizada, pese a que se buscaron múltiples fuentes, la bibliografía localizada fue, en muchos casos, de publicación poco reciente.

El poco tiempo disponible ocasionó que no se pudiese llevar a cabo un estudio de caracterización, sin embargo, este estudio no afecta de manera directa el desarrollo de la investigación, pero hubiese constituido un complemento importante.

Se encontró también una falta de información vigente y confiable en cuanto a producción de desechos, datos demográficos y económicos, motivo por el cual en muchos casos se trabajó basándose en estimaciones propias o ajenas.

En el transcurso del presente informe se utilizan algunos términos técnicos, cuyo significado y extensión de contexto puede variar según el autor consultado. Para evitar cualquier tipo de problemas que se pudiesen presentar por esta causa, en la página 67 se presenta una lista de definiciones de los términos usados en este trabajo.

# Capítulo 1 Información básica.

---

## 1.1 Generalidades.

Los residuos sólidos se presentan como consecuencia de las actividades diarias del hombre. El crecimiento de la población, así como el incremento en su nivel de vida, la urbanización y otros procesos y efectos del desarrollo experimentado por la mayoría de los países del mundo, vienen produciendo un incremento considerable en la cantidad y variedad de los residuos sólidos generados en las actividades realizadas por la población mundial.

El trato inadecuado de estos residuos representa riesgos para el hombre y de manera directa e indirecta, afectan la salud. Por otra parte, causan deterioro en el ambiente si no se realiza una disposición correcta de ellos.

### 1.1.1 Riesgos para la salud.

De manera directa las personas que se encuentran en contacto con los desechos pueden verse afectadas de diferentes formas. Por ejemplo, los recolectores o los empleados del aseo urbano experimentan tasas altas de lesiones, producto de objetos que se encuentran entre los desechos como vidrios, latas, piezas de metal, etc.; del mismo modo, la presencia de excrementos humanos y de animales, así como residuos provenientes de hospitales, tiende a aumentar la incidencia de enfermedades respiratorias, enfermedades de la piel y presencia de parásitos intestinales en las personas expuestas a los residuos sólidos.

La proliferación de vectores que encuentran un adecuado ambiente para reproducirse en los desechos, constituye un riesgo indirecto muy grande para la salud. Ante la presencia de estos vectores (mosquitos, cucarachas, roedores, moscas), se puede producir el paso al hombre de patógenos causantes de enfermedades como la peste bubónica, la fiebre tifoidea, el tifus murino, etc.

Otro riesgo viene dado por las posibilidades de introducción de agentes tóxicos o microorganismos patógenos a través del ciclo alimento-desecho sólido, como es el ejemplo del uso de estos desechos para la alimentación de cerdos. Esta práctica, a pesar



de hacerse tomando precauciones, puede dar origen a la transmisión de enfermedades como la triquinosis. También se puede producir la contaminación de cuerpos de agua para el consumo humano y la contaminación de cosechas cuando se utilizan desechos como fertilizantes.

Por último, no se pueden pasar por alto las enfermedades respiratorias causadas por aire contaminado con humo o gases provenientes de la combustión o la descomposición de desechos sólidos.

### **1.1.2 Efectos sobre el ambiente.**

El efecto más obvio sobre el ambiente es el notorio deterioro estético de las áreas donde se depositan los desechos, pero esta no es la única forma en que el entorno se ve afectado por causa de los desechos, la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, es considerado el efecto más dañino. Esta contaminación es causada por el vertido directo de desechos en quebradas, ríos y mares, además del líquido percolado de los vertederos.

El vertido directo en ríos y mares causa un incremento de la carga orgánica y la disminución del oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutroficación; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético

El líquido percolado, también llamado lixiviado, es un líquido negro, mal oliente, similar a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado. El lixiviado proviene de la descomposición natural de los desechos y puede contaminar aguas destinadas al consumo humano.

La atmósfera tampoco se salva del peligro, ya que en el curso de la descomposición física, química y biológica de los desechos, se desprenden gases explosivos, venenosos o asfixiantes, los cuales pueden entrar en combustión y generar humos, olores y gases tóxicos, con la consiguiente contaminación atmosférica.

Por su parte el suelo también se ve contaminado por las sustancias depositadas sobre él sin ningún control.

### **1.1.3 El ciclo de los desechos sólidos.**

El manejo de los desechos sólidos puede dividirse en las siguientes fases:

- i) Generación
- ii) Almacenamiento por parte del generador.
- iii) Recolección.
- iv) Transporte al lugar de disposición final.
- v) Disposición final.

En cada una de las fases se pueden aplicar procesos intermedios o de tratamiento. Entre los procesos intermedios más utilizados se encuentran la compactación, el desmenuzamiento o trituración, el desmenuzamiento-compactación, además de la separación y clasificación. Estos procesos disminuyen los volúmenes a transportar, abaratando el costo de transporte.

El transporte al sitio de disposición final puede hacerse directamente o mediante una estación de transferencia en la cual, además de cambiar los desechos a vehículos de transporte con mayor capacidad, se puede aplicar también algún proceso intermedio. Siendo este último el caso de La Bonanza.

### **1.1.4 Sistemas de tratamiento.**

Los sistemas de tratamiento y los procesos intermedios, sin ser un método de disposición final, reducen los volúmenes a ser tratados y disminuyen el riesgo para la salud. Los principales métodos de tratamiento son la incineración, la compostación, la pirólisis y la recuperación. Estos procesos si bien reducen los volúmenes, requieren de otro método para disponer los residuos, por lo tanto, no se consideran como métodos de disposición final.

#### **1.1.4.1 Incineración.**

Consiste en quemar todas las porciones combustibles de los desechos, logra reducir el volumen hasta un 10% del inicial y el producto de la incineración es inerte (escoria y cenizas). Tal reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención, y temperaturas

adecuadas. Una mala combustión generará humos y olores indeseables. Es importante señalar que el proceso de combustión debe ser bien controlado ya que una combustión incompleta puede ocasionar más problemas ambientales que los que trata de resolver.

#### **1.1.4.2 Conversión en abono (Composting).**

La compostación es un proceso en el cual el contenido orgánico de los desechos es reducido por la acción bacteriológica de microorganismos contenidos en la misma basura, resultando un material denominado compost, que es un mejorador de suelos (más no un fertilizante), lo cual le aporta algún valor comercial. No obstante, este valor generalmente es menor que el costo de producción.

#### **1.1.4.3 Pirólisis.**

En términos muy generales se puede decir que la pirólisis es un elevado calentamiento del material de combustión o una degradación de materiales orgánicos en presencia de poco oxígeno. El objetivo es obtener un producto final combustible, sólido o gaseoso. Sin embargo, el proceso puede ocasionar contaminación del aire, además, los elevados costos iniciales y de operación, aunado a la dudosa calidad del combustible obtenido, hace poco recomendable su aplicación.

#### **1.1.4.4 Recuperación.**

La recuperación consiste en extraer material reutilizable de los desechos. Se puede dividir en tres categorías:

- a) Reutilización: volver a usar de manera directa un producto; por ejemplo botellas retornables.
- b) Reciclaje: es la incorporación del desecho como materia prima en el proceso industrial; por ejemplo el papel.
- c) Uso constructivo y transformación en otros productos: recuperación de tierras mediante el relleno sanitario o la producción de biogas.

Los materiales que usualmente se recuperan de los desechos sólidos comprenden: papel, cartón, plástico, vidrio, botellas, trapos, metales ferrosos, aluminio y otros metales no ferrosos. Debido a que todos estos materiales pueden ser de suficiente valor

económico para justificar su separación, se han desarrollado una gran variedad de métodos y técnicas para lograr este objetivo.

### **1.1.5 Disposición final.**

Los principales métodos de disposición final de desechos sólidos son: vertido a corrientes de agua o al mar, botadero a cielo abierto, quema al aire libre (todos prohibidos por la norma), alimentación de animales (permitido con ciertas restricciones) y el relleno sanitario (aceptado por la norma).

#### **1.1.5.1 Relleno sanitario.**

El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, la cual minimiza el peligro para la salud, el deterioro del ambiente y las molestias generales acarreadas por la disposición final. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos en un área lo más pequeña posible, cubriéndola diariamente con capas de tierra y compactándola para reducir su volumen. Además prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

## **1.2 El Relleno Sanitario y el Reciclaje Como las Alternativas más Viabiles en la Actualidad, para la Disposición Final y el Tratamiento de Desechos Sólidos en Venezuela.**

La disposición final de los residuos es un paso insustituible en el ciclo de los desechos sólidos. La tecnología moderna no ha podido encontrar un método que elimine totalmente los desechos, sólo se ha logrado reducir las cantidades de estos, aplicado procesos avanzados de tratamiento que siempre generan algún residuo.

De los métodos de disposición final el relleno sanitario es considerado como el único admisible, ya que, siempre y cuando sea operado adecuadamente, no presenta mayores molestias ni peligros para la salud.

En los países desarrollados se han creado técnicas para eliminar parte de los desperdicios resultantes de procesos de tratamiento sin recurrir a los rellenos sanitarios, como es el caso de Francia, donde se estudia la idea de vitrificar los residuos de

depuración del humo producido en los incineradores, para ser usados en la construcción de carreteras. Actualmente, este tipo de solución es viable en países desarrollados con densidades de población alta, ya que en ellos los costos de terrenos y transporte entre otros, aunados a la promulgación de severas leyes ambientales, permiten que los procesos de incineración y compostaje sean competitivos, aun cuando utilicen una tecnología avanzada.

En los países subdesarrollados, entre ellos Venezuela, existen diferencias entre los costos de tratamientos sofisticados y los rellenos sanitarios de hasta 20 veces (a favor del relleno sanitario).<sup>[15]</sup> Por esa razón la incineración ha ido desapareciendo en la región, hasta quedar circunscrita a pequeños incineradores para residuos especiales, principalmente en hospitales e industrias. La producción de compost mediante procesos simplificados como son el apilado, los biodigestores rotatorios y últimamente la lombricultura, se ha ido abandonando también por sus costos y porque sus promotores hicieron creer a las autoridades municipales que obtendrían utilidades, cuando se ha comprobado que el uso de alternativas ecológicamente más aceptables tiene un costo asociado.<sup>[15]</sup> En el cuadro # 1 se presenta las tendencias del tratamiento y disposición final en diversos países y regiones.

### Cuadro # 1

Tendencias del Tratamiento y La Disposición Final en Diversos Países y Regiones.

País o Región	Relleno Sanitario, Relleno controlado, Vertederos (%).	Combustión (%).	Compost (%).
Estados Unidos.	80	19	1
Japón.	30	70	2
Alemania.	70	30	3
Francia.	55	40	9
Suiza.	20	80	1
Suecia.	40	55	5
España.	80	15	5
América Latina.	98	1	1

Fuente: fuente bibliográfica [15]. Algunos porcentajes suman más de 100 debido a que la combustión y el compostaje generan residuos que son dispuestos en los rellenos.

Por su parte el reciclaje ha demostrado ser una actividad que bien llevada puede generar dividendos aceptables, a pesar de los bajos contenidos de materiales reciclables que se producen en el país, cuando se compara con los países desarrollados (anexo # 1). Hoy día (agosto, 1998) en Venezuela, un kilogramo de vidrio no cuesta menos de Bs. 15, uno de papel unos 20 y el kilo de aluminio asciende casi a Bs. 500.

La situación económica de Venezuela y la disponibilidad de terrenos son dos factores fundamentales para la selección de rellenos sanitarios como métodos de disposición final, del mismo modo la situación socioeconómica del país funge como catalizador para el desarrollo y definitivo implante del reciclaje como una alternativa de tratamiento viable.

### **1.3 Información General Sobre el Método de Relleno Sanitario.**

Un relleno sanitario eficiente y satisfactorio, es el resultado de la aplicación cuidadosa y consecuente de principios de ingeniería en cada una de las fases requeridas para su construcción, a saber: selección del sitio, diseño, operación, acabado y uso eventual de la obra terminada.

Es un método que puede ser empleado en toda colectividad que disponga de suficiente terreno, su sistema constructivo y la secuencia de operación están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático entre otras cosas. La dependencia del material de cobertura está desapareciendo, ya que comienzan a usarse otros materiales para las capas de cobertura, como es el caso de las geomallas.

El Comité de Manejo de Desechos Sólidos de la Asociación Americana de Ingenieros Civiles (ASCE 1976), establece que existen dos maneras distintas para construir un relleno sanitario: el método de trinchera o zanja y el método de área.

El método de trinchera es utilizado en secciones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de 2 a 3 metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra. Se debe tener cuidado en época de lluvias porque las aguas pueden inundar las zanjas. Los

terrenos con nivel freático alto, no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos presentan dificultades de excavación y tampoco son recomendables.

En áreas donde no se facilite excavar o se pueda rellenar depresiones se utilizará el método de área. En este método, los desechos se depositan directamente sobre el terreno, elevando su nivel. El material de cobertura se obtiene de excavaciones menores.

En 1977 Tchobanoglous introduce un tercer método, como es el caso del método de depresión. Este podría ser considerado como una variación del método de trinchera, ya que la zanja se encuentra en el sitio, bien sea en forma natural, como un pequeño valle, o en forma artificial como una cantera en desuso.

Por último, existe también el método de rampa o pendiente progresiva, el cual se diferencia al trabajar con los desechos en declive. Es permitido por la norma el uso de combinaciones entre los diferentes métodos.

Entre los principios básicos para la operación de un relleno sanitario se contemplan: la supervisión constante, la utilización de una altura adecuada de celda, el cubrimiento diario con una capa de tierra u otro material que cumpla la función, la compactación de los desechos antes y después de la cobertura con tierra, el desvío de aguas de escorrentía, el control de gases y de aguas de lixiviados y por último, el cubrimiento final con tierra, geomallas o combinaciones de ambos materiales.

Las principales ventajas de un relleno sanitario son: su capacidad para dar un tratamiento completo a todo tipo de desechos; es el método más sencillo y práctico de disposición final; en nuestros países, la inversión inicial es sensiblemente menor que la necesaria para implantar métodos de tratamiento como incineración o compostación; los costos de operación y mantenimiento son bajos y no se requiere mano de obra calificada; puede iniciar sus operaciones en corto tiempo; es un método elástico, que permite operar con cantidades de desechos diferentes a las previstas; permite la recuperación de terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas deportivas, siembra de ciertos cultivos, etc.

Sin embargo, requiere una supervisión constante para garantizar la calidad en la operación y es difícil conseguir terrenos idóneos para su implantación, bien por el costo de los terrenos ubicados dentro de áreas urbanizadas o por la falta de terrenos con

características ambientales necesarias. Las distancias de acarreo hasta terrenos apropiados, pueden generar elevados costos adicionales.

Para realizar una selección adecuada del sitio es necesario, entre otras cosas, conocer el proceso de descomposición de los desechos y sus efectos, datos generales de la población a servir, características inherentes del terreno, además de los problemas ambientales que se puedan ocasionar como consecuencia de la operación de relleno.

### **1.3.1 Descomposición de los desechos sólidos y sus efectos.**

Los desechos sólidos depositados en un relleno, son degradados por acciones físicas, químicas y biológicas que resultan en la producción de compuestos sólidos, líquidos y gaseosos. Los cambios físicos y químicos son el resultado de actividad biológica, reacciones químicas entre materiales contenidos en el relleno o con materiales introducidos al relleno por agua percolada, por degradación durante su manejo y colocación, o por cambios físicos en el ambiente.

Es muy difícil predecir con exactitud la actividad biológica dentro de un relleno, sin embargo, se puede decir que sigue una secuencia más o menos definida. Inicialmente, la mayor parte del material orgánico es metabolizado aerobicamente (mientras exista oxígeno disponible) y la temperatura dentro del relleno sube. Los productos característicos de esta fase inicial de descomposición son dióxido de carbono, agua, nitritos y nitratos. A medida que el oxígeno disponible se va agotando, organismos facultativos y anaeróbicos empiezan a predominar y proceden con la descomposición de la materia orgánica, pero ya más lentamente que durante la primera etapa. Los productos más comunes de esta segunda fase de descomposición son dióxido de carbono, ácidos orgánicos, nitrógeno, amoníaco, hidrógeno, metano y sulfitos de hierro, manganeso e hidrógeno. Asimismo, algunos de estos productos, como el ácido carbónico, disuelven hierro o carbonatos presentes y producen reacciones químicas dentro del relleno o fuera del mismo. De igual modo, otras reacciones similares se llevan a cabo, como resultado de la interacción de los muchos subproductos de descomposición, entre ellos mismos o con los desechos que entran en contacto. Muchos de estos productos si salen del relleno en forma de líquidos o gases pueden generar problemas ambientales.



Las consecuencias de la descomposición de desechos en los rellenos sanitarios son:

#### **A) Lixiviado.**

Según Tchobanoglous (1977), el lixiviado es aquel líquido que ha percolado a través del desecho sólido y ha extraído por disolución y arrastre, materiales de naturaleza química o biológica. Dependiendo simultáneamente su naturaleza contaminante, de los materiales contenidos en los desechos y las reacciones físicas, químicas y biológicas efectuadas. <sup>[1]</sup>

El lixiviado se produce en una pequeña parte por el aporte de agua presente en los desechos, la cual a su vez, es dependiente de la composición y cantidad de los mismos, siendo responsable de las aguas percoladas, la producción del porcentaje más significativo de este líquido.

Tchobanoglous (1977), señala que al ser la infiltración la causa de la mayor parte del lixiviado, ésta se encuentra directamente relacionada con la precipitación, la escorrentía, la evapotranspiración y la fijación de agua en el suelo. <sup>[1]</sup>

Aguirre en 1985 reporta caudales aproximados encontrados en el relleno La Bonanza donde se observa la marcada influencia que tiene la precipitación sobre la cantidad de lixiviado. En época seca los caudales no sobrepasan los 5 l/min, mientras que a 9 y 10 horas luego de una lluvia, son superiores a los 400 l/min. <sup>[1]</sup>

La manera más práctica de prevenir la producción de lixiviado es el control adecuado de las aguas superficiales, conjuntamente con la selección de un sitio que evite el paso hacia el relleno de aguas subterráneas.

El cuadro # 2 muestra las características más comunes del lixiviado.

#### **B) Corrosión.**

La presencia en los desechos de solventes, materiales provenientes de operaciones industriales y agentes limpiadores entre otros, puede ser sumamente corrosiva, del mismo modo, algunos productos de la descomposición de desechos, como

**Cuadro # 2**  
**Características de lixiviado según diferentes autores.**

Parámetro.	Tchobanoglous.	Husain.	Cameron & Koch.	Aguirre.	Pavoni.
DBO <sub>5,20</sub> (mg/l)	2000 - 3000	9 - 54610	120 - 2980	66 - 600	18 - 33360
DQO (mg/l)	3000 - 45000	0 - 89520	730 - 4720	448 - 7040	246 - 35100
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	200 - 1000	6 - 2865	-	494 - 603	-
Nitrógeno total (mg/l)	110 - 10000	0 - 1416	-	49 - 1170	-
Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	1000 - 10000	0 - 20850	1350 - 3510	504 - 8500	100 - 16200
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	300 - 10000	9 - 22800	-	-	30 - 13100
Níquel (mg/l)	-	-	0,002 - 0,069	0,50 - 1,01	-
Cromo (mg/l)	-	-	0,025 - 0,0085	0,05 - 1,74	-
Ph	5,3 - 8,5	-	-	8 - 8,6	4,9 - 8,4

Fuente: fuente bibliográfica [1].

los sulfatos y los ácidos orgánicos son también corrosivos. El vaciado y manejo de estos materiales, cuando no se hace adecuadamente, puede ser una fuente interminable de problemas operacionales, contaminación y peligro a la salud pública.

### **C) Producción de gases.**

Al realizarse la descomposición de los desechos, ciertos gases son producidos como productos naturales de este proceso, durante las diferentes etapas del mismo, la composición media de los gases generados varía. Briceño y Genatios (1985) señalan como los más importantes al metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), anhídrido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Tchobanoglous (1977) por su parte, menciona entre los gases producidos en el relleno, amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), anhídrido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{S}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ). No obstante, en la mayoría de los casos, cerca del 90% de los gases está formado por metano y dióxido de carbono. <sup>[1]</sup>

El metano es el gas que más se toma en cuenta en los rellenos sanitarios, tanto por ser el que se encuentra en mayor cantidad, como por su combustibilidad (y peligro de explosión), además de ser materia prima para la producción de energía.

Los estudios realizados han demostrado que el gas que predomina en las primeras semanas de operación del relleno, es el dióxido de carbono. A medida que el oxígeno presente originalmente, va siendo usado y la penetración de aire dentro de la masa va disminuyendo, la cadena de metabolismo anaeróbico empieza a prevalecer y uno de los principales productos finales, es el metano. Según el Manual Sobre Rellenos Sanitarios (ASCE, 1976) la producción de metano ocurre aproximadamente a partir de los 150 días luego de enterrados los desechos. Igualmente varios autores afirman que este gas se produce luego de un año y medio, y hasta varios años después de haberse dispuestos los desechos. Tchobanoglous (1977) señala que entre 3 y 12 meses, el porcentaje en volumen del metano sobre los gases presentes está entre el 21% y 29%, luego de 12 meses se encuentra en proporciones mayores o iguales al 40%. <sup>[1]</sup>

**D) Asentamientos.**

El asentamiento de terrenos convertidos en rellenos sanitarios puede ser causa de muchos problemas operacionales, ambientales y económicos. Estos asentamientos pueden provocar grietas en la superficie que permiten el acceso a los desechos, de roedores e insectos, la infiltración de grandes cantidades de agua superficial y el escape incontrolado de gases.

El movimiento del material fino hacia espacios libres (abundantes entre los desechos) y el reacondicionamiento en general, de los materiales depositados, contribuye a una gran porción del asentamiento observado en rellenos sanitarios. Este movimiento puede ser inducido por la filtración de agua a través del relleno, la vibración o por los cambios producidos a causa de la descomposición química, física y biológica de los desechos. La descomposición y eventual estabilización bioquímica de los desechos, es el mecanismo más importante en términos de asentamiento a que estará sujeto un relleno, ya que reduce la cantidad y volumen de sólidos.

La frecuencia y cantidad de asentamientos, así como el asentamiento total causado por la descomposición de desechos, varía con la temperatura, humedad, penetración de aire y otras condiciones ambientales, incluidas la penetración de aguas superficiales o subterráneas. Otras variables que afectan de igual manera a la aparición de asentamientos son: el tipo, forma y características de los materiales; los procedimientos usados durante el vaciado de desechos y la compactación alcanzada durante este proceso; el tipo y cantidad de material de cobertura usados con respecto a la cantidad de desechos depositados, así como las técnicas en el manejo de ambos tipos de materiales.

La toma en cuenta de los factores que afectan el asentamiento, durante el diseño y operación del relleno sanitario, si bien no puede evitarlos del todo, puede disminuirlos o al menos controlarlos.

## **1.4 Criterios a Evaluar para la Selección de Terrenos a ser Usados como Relleno Sanitario.**

### **1.4.1 Levantamiento general de datos.**

Antes de iniciar los estudios de evaluación de sitios, se debe investigar en los archivos de ministerios, alcaldías u otros organismos los siguientes datos:

Datos de la población: son informaciones relativas a la población a servir, entre ellos destacan el número de habitantes permanente y fluctuante previsto, la tasa de variación de la población y las estimaciones de producción per capita de desechos.

Características de los desechos: consiste en la determinación de los aportes de los diversos tipos de desechos al total producido, incluyendo los residuos estabilizados en otros procesos de tratamiento, que también pueden ser dispuestos en el relleno sanitario. También se deben incluir datos de humedad, densidad aparente, nivel de materias combustibles e incombustibles, poder calórico, composición química y nivel de materia orgánica.

Datos sobre la recolecta y el transporte actual de los desechos: abarca la información sobre el sistema actual de recolecta, el tipo y características de los equipos utilizados, tiempo de recolecta, compatibilidad y eficiencia de los equipos.

### **1.4.2 Hidrología y geología.**

Las características hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas del área determinan si la producción de líquidos percolados, resultará en la contaminación de aguas tanto subterráneas como superficiales.

En términos de las características geológicas de un lugar, es importante reconocer las propiedades físicas y químicas del material que servirá como base para el relleno, ya que estas propiedades y características delinearán las limitaciones que los suelos y las condiciones geológicas en general, impondrán al diseño de una operación eficiente.

La investigación geológica deberá describir el tipo de suelos y formaciones subyacentes, composición y variación en composición, facilidad de trabajo, porosidad, permeabilidad, espesor del suelo, existencia o no de fallas estructurales, profundidad y

tipo de lecho rocoso, distribución y características de las unidades geológicas y datos geomorfológicos.

Del mismo modo, es importante, hacer un estudio de las condiciones hidrológicas del lugar, a saber: precipitación, niveles y fluctuaciones de aguas freáticas y de otras aguas subterráneas, condición de evapotranspiración, localización y movimiento de las aguas tanto superficiales como contenidas en formaciones subterráneas, principales cuencas y cuerpos de agua de interés para el abastecimiento público y localización de las zonas de recarga de acuíferos.

### **1.4.3 Clima.**

Las condiciones climatológicas influyen directamente en el diseño y operación de un relleno sanitario. En sitios sujetos a vientos intensos es necesario construir barreras para mitigar el efecto eólico, evitando problemas por arrastre de desechos livianos, molestias por polvaredas y excesivas labores de limpieza del sitio. Así mismo las temperaturas muy altas o muy frías afectan el proceso de descomposición de los desechos.

### **1.4.4 Datos de materiales de préstamo.**

A pesar de la existencia de nuevas modalidades en la cobertura del relleno, la presencia en el terreno, o en sus cercanías de suelos idóneos para diferentes facetas de la operación, generalmente conlleva a una reducción de costos. Idealmente los suelos seleccionados con este fin no se limitan a un tipo específico de material para todas las fases de la operación, por el contrario, deben seleccionarse los tipos o combinaciones adecuadas para cada etapa individual de la construcción. En el cuadro # 3 se mencionan las características que deben poseer los suelos para cumplir diferentes funciones y en el cuadro #4 se propone el uso y función de algunos suelos típicos.

### **1.4.5 Topografía.**

Virtualmente, un relleno sanitario puede construirse en cualquier terreno. Sin embargo el método de operación, las obras de preparación, adaptación y protección, estarán definidas por las características topográficas del terreno.

**Cuadro # 3**  
**Características idóneas de los suelos para cumplir diferentes funciones en el relleno.**

Función	Características del suelo.
Control de vectores.	Muy coherente, bien compactado, baja contracción, profundidad amplia.
Control de humedad.	Poco permeable, baja contracción, bien compactado, no susceptible a fallas o fracturas con cambios de humedad o temperatura.
Control del movimiento del gas *.	Baja o alta permeabilidad, baja o alta densidad, capacidad de retención de agua dependiente del diseño.
Control de incendios.	Baja permeabilidad, bien compactado.
Limpieza del área.	Textura más o menos uniforme, suficientemente gruesa para no ser volada por el aire, o razonablemente coherente si es grano fino.
Base para caminos o carreteras.	Bien compactado, alta permeabilidad, adecuada distribución del tamaño del grano (granulometría controlada), resistente al desgaste.
Sustento de vegetación.	Suficientes nutrientes, alta capacidad de almacenamiento de humedad disponible para la vegetación.

\* Las características del suelo varían, dependiendo de si es usado como barrera de gas o como desahogo uniforme a través del material de acabado.

Fuente: fuente bibliográfica [12].

**Cuadro # 4**

**Evaluación de tipos de suelo para diferentes facetas de operación.**

Función.	Grava limpia.	Grava con aluvión y arcilla.	Arena limpia.	Arcilla con aluvión.	Aluvión	Arcilla.
Prevenir el acceso de redores.	B	A - B	B	M	M	M
Prevenir la emergencia de moscas.	M	A	M	B	B	E
Reducir a un mínimo la entrada de agua al relleno	M	A - B	M	B - E	B - E	E
Mejorar el acabado y la apariencia del relleno.	E	E	E	E	E	E
Soportar buen crecimiento de vegetales.	M	B	M - A	E	B - E	A - B
Permitir la ventilación de gases.	E	M	B	M	M	M

E - excelente    B - bueno    A - aceptable con reserva    M - malo, no recomendable sin acondicionamiento.

Fuente: fuente bibliográfica [12].



#### **1.4.6 Condiciones de ubicación y acceso.**

Existen ciertos criterios de ubicación y acceso, cuya evaluación es importante para lograr una eficiente operación del relleno, entre ellas: distancias a centros poblados, distancias a sitios de esparcimiento, distancia a aeropuertos, distancia a los centros poblados a servir, condiciones generales de las vías de acceso y tipos de vía.

Por razones sanitarias y sociales, es recomendable que los rellenos sanitarios no estén ubicados a menos de un kilómetro de cualquier centro poblado. Por su parte la distancia a aeropuertos es importante, debido a posibles problemas ocasionados por aves que pudieran frecuentar el relleno sanitario, siendo recomendado por la norma Venezolana <sup>[17]</sup> su ubicación fuera del cono de aproximación de los aeropuertos.

Las condiciones propias de acceso como son las características de las vías en cuanto a su estado y factibilidad de mantenimiento, así como sus pendientes, tipo de vía, al igual que la distancia a los centros poblados servidos, influirán de una manera importante en el tipo de transporte a usar (uso o no de estación de transferencia, tipo de camiones a emplear, etc.) a su vez también formarán parte de una porción apreciable en el cálculo de los costos generales de transporte y mantenimiento de los camiones encargados de esta actividad.

#### **1.4.6 Datos políticos y económicos**

En muchos casos se presentan trabas en el ámbito político y económico para la utilización de un área determinada como relleno sanitario, por esto se debe poseer información acerca de la aceptación de la comunidad y de sus grupos organizados, uso y ocupación de los terrenos, valor de la tierra, posibilidad de dotación de servicios, etc.

#### **1.4.7 Otros.**

En cualquier estudio de selección de lugares, no pueden faltar datos relacionados con la capacidad del sitio, de manera de poder establecer la vida útil del relleno sanitario. Además se debe tomar en cuenta la visibilidad del terreno, ya que por tratarse de una actividad estéticamente desagradable, es conveniente preseleccionar sitios que presenten algún tipo de barrera visual o como suele llamarse, un “área de amortiguación”, la cual impida la visibilidad del relleno.

### **1.5 Selección del Area.**

Para la selección del sitio es recomendable efectuar varias etapas de estudio, un método de evaluación apropiado podría ser el siguiente:

- Estudios preliminares: una vez realizado el levantamiento general de datos, se debe calcular la celda diaria, también se considerará la vida útil esperada del relleno sanitario para establecer un estimado del área requerida.
- Preselección de áreas: en esta fase se debe analizar un conjunto de datos físicos y socioeconómicos, de manera de evaluar la factibilidad de ciertas áreas para instalar en ellas rellenos sanitarios. Generalmente, se suele realizar poca actividad de campo, aprovechando al máximo informaciones archivadas (mapas, datos geológicos e hidrológicos generales, estudios de distancia al centro servido, compatibilidad para la aplicación de un relleno sanitario, etc.).
- Estudio de las áreas preseleccionadas: al tener preseleccionadas un determinado grupo de áreas, se procederá a recaudar información detallada de campo para cada sitio, con el fin de obtener los datos anteriormente señalados (subcapítulo 1.4), además se realizará estudios de factibilidad económica. Debido a la dificultad para encontrar un terreno que cumpla satisfactoriamente con todos los requerimientos, los datos de las distintas áreas deberán transcribirse en cuadros comparativos (anexo # 6) con el objetivo de evaluar la más idónea.

Después de seleccionar un sitio determinado, se requiere la aplicación de un estudio de impacto ambiental, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente<sup>[20]</sup>. De ser aceptable este estudio, el lugar elegido podrá ser utilizado para la construcción de un relleno sanitario.

### **1.6 Problemas de Contaminación Ambiental Asociados a Rellenos Sanitarios.**

A continuación, se mencionan los principales problemas de contaminación ambiental asociados a rellenos sanitarios. Es importante resaltar que la selección de un sitio adecuado, un diseño bien elaborado y una correcta operación, minimiza los posibles daños causados por esta actividad.

### **1.6.1 Contaminación por lixiviados.**

Es indiscutible que los lixiviados pueden contaminar las aguas con las cuales entren en contacto. Por lo tanto, el relleno sanitario debe diseñarse en función de evitar al máximo la infiltración de líquidos, además de poseer mecanismos eficientes de recolección y tratamiento de lixiviados.

La recolecta se realiza a través de tubos que conducen los líquidos hasta depósitos diseñados para su almacenaje, para después ser debidamente tratados.

Entre los procesos de tratamiento de lixiviados se encuentran: tratamiento en tanques de estabilización, tratamiento por procesos químicos, tratamiento por filtros biológicos y tratamiento por procesos fotosintéticos.

### **1.6.2 Contaminación por gas.**

Los principales problemas de contaminación producidos por gases, ocurren cuando estos escapan a la atmósfera. Al escapar el metano, se corre el peligro de explosiones, debido a su naturaleza volátil cuando se encuentra en concentraciones adecuadas para su ignición. Por su parte el dióxido de carbono al entrar en contacto con el agua, forma ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), el cual entra en solución con la misma. Esta agua a su vez, cuando entra en contacto con material calcáreo, disuelve y acarrea carbonatos, aumentando así su dureza. Los demás gases producidos, son principalmente causantes de malos olores.

La migración de los gases debe ser controlada mediante la construcción de una red adecuada, constituida por tubos perforados verticales, colocados en puntos escogidos del relleno. Estos tubos atraviesan todo el relleno en sentido vertical, desde el suelo hasta las capas superiores. Asociados a estos tubos verticales, se proyectan tubos horizontales y oblicuos, que permiten una penetración más eficiente en los desechos.

Para el tratamiento de los gases lo más común en países donde el gas natural posee un costo bajo, es la quema en los propios tubos colectores, siendo muy usado también en países que no poseen esta ventaja, el aprovechamiento de gases como fuente de energía.

### **1.6.3 Roedores, insectos y aves.**

Su presencia es originada por la existencia de fuentes de alimentos en los desechos. Para evitarlos se debe limitar al máximo la superficie descubierta, aunado con un efectivo y frecuente trabajo de cobertura y compactación.

### **1.6.4 Incendios.**

Los incendios constituyen uno de los riesgos más grandes para la salud. En un relleno sanitario estos pueden ser provocados o espontáneos. Los incendios provocados pueden ser producto del sabotaje o de personas que queman desechos con el fin de recuperar algunos materiales. Una buena manera de evitar estos incendios es manteniendo un adecuado control de los recuperadores, una efectiva vigilancia y realizando la cobertura diaria.

Los incendios espontáneos ocurren por la combustión de gases o de algunos materiales inflamables presentes en el relleno por ignición con chispas producidas con materiales ferrosos durante la operación. Otra posible causa de incendio espontáneo, la constituye el uso de letrinas o casetas construidas descuidadamente sobre rellenos, ya que estas estructuras actúan como depósitos de gases. Para evitar estos incendios es necesario un buen tratamiento del biogas y una operación correcta de la maquinaria presente.

En caso de producirse el incendio, el relleno debe poseer un plan de contingencia para estos casos, así como el equipo apropiado para combatirlo.

### **1.6.5 Olores, ruido y polvo.**

El principal problema causado por olores, ruido y polvo son las molestias a los operadores del relleno o a las comunidades aledañas (en caso de existir), pudiendo causar problemas a la salud como el estrés o enfermedades respiratorias.

Los ruidos son consecuencia de los camiones transportadores y de la operación con maquinaria pesada. Para disminuirlos se debe dar un correcto uso y mantenimiento a los equipos.

Para evitar el exceso de polvo se deben pavimentar, dentro de lo posible, las vías internas o en su defecto humedecerlas, evitando así las molestias causadas por su presencia.

Los olores se producen principalmente por la descomposición de los desechos, para reducir sus efectos desagradables, se debe efectuar un recubrimiento frecuente con materiales inertes, procurando una cobertura homogénea que selle correctamente el relleno, aunado con un eficiente manejo de gases.

### **1.7 El problema en el Municipio Libertador.**

Las migraciones ocurridas en el país, caracterizadas por el éxodo de la población rural hacia las ciudades, han jugado un papel fundamental en el crecimiento demográfico de las zonas metropolitanas. Este crecimiento poblacional, al igual que el aumento de las zonas urbanas, no estuvo acompañado por la implementación de medidas adecuadas para la disposición final de los desechos sólidos. Del mismo modo, esta migración no controlada trajo consigo la proliferación de zonas marginales en algunas de las cuales, los desechos ni siquiera son recolectados, obligando a sus habitantes a deshacerse de ellos de una manera sanitariamente inaceptable.

Hoy día la zona metropolitana de Caracas es habitada por poco más de 4.000.000 de personas distribuidas en cinco municipios, de los cuales el Municipio Libertador aporta una alícuota superior al 55% de las entre 4.000 y 4.500 toneladas de desechos generados diariamente (anexo # 2).

La gran mayoría de estos residuos se transporta para su disposición final hasta el relleno “La Bonanza”, sitio que si bien fue concebido como un relleno sanitario, la experiencia ha demostrado que no funciona como tal.

Estos aspectos conjuntamente con la escasa educación de la mayor parte de la ciudadanía sobre tema en cuestión y la falta de recursos destinados para remediar esta situación, constituyen la base del problema de la disposición final de los desechos sólidos en la zona metropolitana de Caracas y por ende en el Municipio Libertador.

## **Caítulo 2 Metodología.**

---

### **2.1 Procedimiento.**

La situación del Relleno Sanitario La Bonanza para el periodo de estudio era muy particular, ya que se encontraba en una etapa de transición en la cual su operación pasaba de manos del sector público (MANCOSER) a la competencia de un ente privado (COTECNICA). Esta situación obligó a enfocar parte de la investigación en una directriz comparativa entre lo ejecutado por MANCOSER, el nuevo proyecto de la empresa COTECNICA y lo establecido por las normas generales para la correcta operación y mantenimiento de rellenos sanitarios.

Con el objeto de evaluar La Bonanza como solución al problema de disposición final de los desechos sólidos en el Municipio Libertador, se dividió el trabajo en tres partes: evaluación general del sitio; operación del relleno; implantación de las llamadas “cuatro R” (reducir-reusar-regenerar-reciclar) como medida para contribuir a la disminución del volumen de desechos.

En la primera parte, se evaluaron las características propias del sitio, entre ellas: condiciones de acceso: vías externas, vías internas; ubicación relativa: distancia a centros poblados, aeropuertos, cuerpos de agua, áreas de recarga de acuíferos; conveniencia del área; criterios legales, estudios de impacto ambiental, identificación de los estudios ya realizados; características de la zona: datos de permeabilidad, temperatura media, nivel freático, tipo de material de recubrimiento, cantidades de material de cobertura, área total, área intervenida.

Dentro de la segunda parte, se trató la operación en lo referente a: transferencia y procesos intermedios; operación general del relleno: impermeabilización de la base, origen del material de recubrimiento, espesor de la capa diaria, frecuencia de recubrimiento, datos de compactación, pendiente de taludes, tratamiento de lixiviados, tratamiento del biogas. Problemática sanitario-social: cantidad de recuperadores,

afloramiento de lixiviados, presencia de animales domésticos, presencia de roedores. Instalaciones generales del área y equipos utilizados: control de pesaje, servicio eléctrico, sistema de cloacas, servicio telefónico, servicio de radiocomunicación, datos de equipos. Costos de operación y sistema de cobro.

La última parte está constituida por una serie de medidas y recomendaciones, cuya puesta en práctica podría contribuir de una manera importante en la disminución del volumen de desechos sólidos a ser dispuestos.

Cada uno de los parámetros estudiados en lo referente al sitio seleccionado se comparó con lo establecido por la norma Venezolana y se evaluó sobre la base de los siguientes criterios: adecuado, limitado e inadecuado.

La operación se calificó siguiendo una metodología similar, con la salvedad en el uso de los criterios adecuado, limitado e inadecuado, los cuales, si bien son útiles para evaluar la selección de posibles sitios, no se adaptan a la evaluación de la operación. En esta etapa, el análisis de la información se presenta en forma de texto, emitiendo un juicio de los componentes de la operación estudiados, tanto para la operación pasada como para la futura. De igual forma, también fue evaluada en esta fase, la transferencia de los desechos hasta el sitio de disposición final.

En la última parte se propusieron medidas basándose en consultas bibliográficas y en la composición física de los desechos del área metropolitana de Caracas.

En cada una de las partes se elaboraron cuestionarios, cuyos resultados se presentaron en forma de cuadros resumen, para su posterior discusión.

La información requerida se recopiló de diferentes fuentes; para los datos generales se investigó en archivos públicos. Los datos competentes a la operación pasada del relleno se ubicaron consultando estudios e informes precedentes, del mismo modo, se efectuaron visitas al relleno y se consultó a personas e instituciones afines al tema. En cuanto a la operación futura, se realizaron entrevistas a ingenieros debidamente autorizados por la empresa encargada del relleno. Los datos sobre las "cuatro R" se obtuvieron mediante consultas bibliográficas, entrevistas, o en el propio relleno (caso de la recuperación manual en el sitio de disposición).

## Capítulo 3 Evaluación del sitio.

### 3.1 Cuadros de Información Recopilada.

A continuación se presentan los cuadros de información recopilada, acerca de la evaluación del sitio.

#### 3.1.1 Características generales.

**Cuadro # 5**

Nombre del lugar de disposición final.	Relleno Sanitario La Bonanza.
Municipio de ubicación.	Guaicaipuro.
Cantidad de municipios servidos.	10 Municipios que aportan el 99.1% de los desechos y particulares que aportan el 0.9% restante.
Población servida.	Aproximadamente 4.000.000 de personas.
Cantidad de desechos recibidos.	Aproximadamente 4090 t/día.
Tiempo de operación.	18 años.
Estudio de sitios alternos.	Se evaluaron otros sitios.
Vida útil remanente.	20 años (según proyecto COTECNICA).

#### 3.1.2 Ubicación relativa.

**Cuadro # 6**

Ubicación relativa de centros poblados.	12 km.
Ubicación relativa de aeropuertos.	2 km.
Ubicación relativa de cuerpos de agua.	15 km.
Ubicación relativa de sistemas de abastecimiento de aguas.	No existe ninguna toma en la zona que se pueda ver afectada de manera directa por el relleno.
Ubicación relativa de cauces de agua.	En el terreno existían dos quebradas que conformaban la quebrada El Vegote. Estos cauces sólo conducen agua de escorrentía. No hay otros cauces en las cercanías del terreno.
Cuenca tributaria.	Se estima en 567 Ha, que descargan en las quebradas antes nombradas.
Presencia de fallas geológicas activas.	El terreno es atravesado por una falla con rumbo general N70°E que pone en contacto dos miembros de la formación Paracotos. Esta falla no es considerada activa.



## 3.1.3 Condiciones de acceso.

Cuadro # 7

Vías de acceso externas.	Autopista Regional Del Centro y Autopista Valles Del Tuy.
Vialidad interna.	Existencia de Vía pavimentada desde la entrada hasta el frente de trabajo, en la actualidad presenta vías perimetrales no pavimentadas. El proyecto de COTECNICA prevé la pavimentación de todas las vías.

## 3.1.4 Características de la zona.

Cuadro # 8

Area total.	190 Ha.
Area intervenida.	70 Ha aproximadamente.
Topografía.	Typica de frentes de montaña de filas abruptas al norte y redondeadas al sur. Existe un valle de unas 35 ha dentro de la zona.
Magnitudes de las pendientes.	Variables, desde farallones verticales hasta 25°.
Nivel freático.	19 m de profundidad en promedio.
Temperatura media.	25,5°C; con media máxima de 32,5°C y media mínima de 19,3°C.
Humedad relativa del aire.	Media anual del 68%.
Velocidad y dirección del viento.	1,64 m/s con dirección predominante ESE.
Precipitación media anual.	1000 mm.
Tipo de material de recubrimiento.	Esquistos descompuestos triturados que forman capa impermeable arcillosa.
Cantidad de material de recubrimiento.	Suficiente para operar.
Tipo de material de la base del relleno.	Esquistos descompuestos triturados que forman capa impermeable arcillosa. La base rocosa esta mayormente fracturada.
Frecuencia de inundación.	Inferior a una cada 100 años. (información no verificada).
Aguas subterráneas.	Fluctúan entre los 15 y 21 m de profundidad, la presencia de rocas fracturadas hace que estas aguas sean susceptibles de contaminarse.

3\_ “Estar ubicado fuera del cono de aproximación de aeropuertos” Se encuentra a 2 km años. **Clasificación: adecuado.**

proyecto para La Bonanza cumple con este requisito, al ser la vida útil estimada de 20 menor a 15 años, considerando los incrementos progresivos de generación.” El nuevo

2\_ “Tener suficiente área disponible para la recepción de los desechos por un lapso no

recorrido es un poco largo (aproximadamente 30 km.). **Clasificación: limitado.**

en cuanto a viabilidad (debido a la pendiente inicial), en lo referente a distancia, el del recorrido es en subida con una pendiente muy fuerte. El acceso se considera limitado el relleno se realiza en bajada con una pendiente moderada, sin embargo, el tramo inicial la autopista regional del centro. La mayor parte del recorrido desde los municipios hasta una vía local pavimentada con dos canales por sentido. El acceso a esta vía es a través de

1\_ “Poseer fácil acceso”. El relleno La Bonanza se encuentra ubicado en el margen de sanitario deben cumplir los siguientes requisitos:

Según la norma actual,<sup>[17]</sup> los lugares en los cuales se pretenda operar un relleno

**3.2.1 Normativa vigente.**

**3.2 Evaluación de los Datos Obtenidos.**

Estudios de impacto ambiental.	No se tiene conocimiento de ningún estudio realizado, se prevé la realización de estudios a corto plazo.
Uso futuro proyectado.	En estudio.
Estudio previo del sitio de disposición final.	Se realizó.
Propiedad del terreno.	Manco ser.
Régimen de administración del área.	No es área de administración especial (parque nacional o cualquier otro tipo que impida la utilización del lugar como sitio de construcción para un relleno sanitario).

**Cuadro # 9**

**3.1.5 Conveniencia del área.**

Sobre la base de la norma, el lugar se puede considerar como adecuado, siendo sus principales limitantes la distancia de acarreo, la pendiente inicial del trayecto, las aguas superficiales y su cercanía al aeropuerto Caracas. Obligando la distancia de acarreo al uso de estaciones de transferencia, así como, las aguas superficiales, al diseño de estructuras para su control. La normativa de la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos, es muy similar a la venezolana en cuanto a las restricciones para la ubicación del relleno. Es importante señalar que la norma de la EPA no presenta restricción en cuanto a zonas de expansión urbana y vida útil del relleno.

### **3.2.2 Otras consideraciones**

Es necesario observar otros aspectos a la hora de evaluar el terreno además de los enunciados con anterioridad. Estos, si bien no son restrictivos legalmente, tienen gran importancia durante la operación del relleno.

#### **3.2.2.1 Pendiente de las vías de acceso.**

Es importante observar que, debido a las vías de acceso desde los lugares de producción, los camiones de transporte cargados, deben enfrentar pendientes muy fuertes, con las consecuencias desfavorables que ello implica.

Aunque para el transporte se cuenta con vías en buen estado y considerando que el acceso hasta el terreno es fácil, la pendiente en la salida del área metropolitana influirá de manera significativa en el desgaste de los equipos y en el consumo de energía por parte de los mismos.

En cuanto al consumo energético y desgaste de los equipos de transporte, durante la realización del presente trabajo surgieron las siguientes interrogantes: ¿se tomó en cuenta para la selección del sitio, el hecho de que Caracas está a menos de 900 m.s.n.m. y la cota máxima de Tazón es aproximadamente 1.200 m.s.n.m.? El problema que significa elevar 4.000 t de desechos aproximadamente 300 m todos los días ¿se evaluaron las consecuencias que esto traería?. ¿Es descabellada la idea de construir otra vía, no sólo para el transporte de desechos, sino para el desarrollo en general?.

### **3.2.2.2 Aguas de lluvia.**

La cuenca que drena a través de las quebradas que atraviesan el terreno es considerable. Esto genera unos caudales relativamente grandes que deberán recorrer el terreno, constituyéndose este en un aspecto fundamental durante la operación.

El proveer un drenaje adecuado para estas agua será indispensable durante la operación del relleno, de otra manera la producción de lixiviados se vería incrementada de manera significativa y, en algunos casos, el régimen normal de trabajo se vería severamente afectado.

Por otra parte, estas quebradas descargan, a través de la quebrada Charallave, en el río Tuy. La mezcla de las aguas de lluvia con los lixiviados provocaría, si se permite a estas aguas contaminadas seguir su curso natural, una descarga contaminante en el río Tuy.

### **3.2.2.3 Aguas subterráneas.**

Las aguas subterráneas se encuentran a una profundidad que oscila entre los 15 y los 21 metros de profundidad. Esta oscilación es de acuerdo a las estaciones de lluvia.

Los acuíferos se encuentran en las rocas metamórficas muy fracturadas de la Formación Paracotos. En los suelos aluviales no se encuentra un grado de saturación que se deba considerar.

El alto grado de fractura de las rocas hace la zona potencialmente apta para la contaminación de las aguas subterráneas por la infiltración de lixiviados. Es necesario tomar previsiones para evitar la infiltración de los mismos y evitar así la contaminación de las aguas subterráneas.

### **3.2.2.4 Servicios en el terreno.**

En el relleno se cuenta con suministro de electricidad y agua potable. Para la fecha de realización de este trabajo, no había servicio de teléfonos disponible en el terreno. Se tiene información de que en el pasado se habría contado con este servicio, desconociéndose los motivos por los cuales ya no está disponible.

### **3.2.2.5 Influencia de industrias vecinas.**

Cercano al terreno se encuentra una planta de Corpoven. De esta estación de bombeo parten tubos que atraviesan el terreno. Algunos de estos tubos fueron removidos para permitir la operación del relleno; sin embargo, los tubos restantes pueden causar problemas si su remoción no es posible, al no estar permitido trabajar en las proximidades de los mismos.

La presencia de estos tubos podría disminuir el área disponible en cantidades importantes. Además, existe el riesgo de que tubos que no se encuentren debidamente señalizados causen accidentes, al tratarse de conducciones de gases volátiles.

En general, se puede concluir, que de existir un terreno con características similares, sin presentar parte de las limitaciones anteriormente señaladas, este hubiera constituido una opción preferible.

## Capítulo 4 Evaluación de la operación.

### 4.1 Cuadros de Información Recopilada.

A continuación se presentan los cuadros de información relativa a la operación.

#### 4.1.1 Transferencia y procesos intermedios.

**Cuadro # 10**

Existencia de procesos de tratamiento antes de la llegada al sitio de disposición final.	Incineración y recuperación.
Lugares donde se incinera.	Algunos centros hospitalarios.
Lugares donde se recuperan materiales.	Calles y avenidas. Sitio de disposición final.
Existencia de otros procesos intermedios.	Compactación.
Lugares donde se ejecutan los procesos intermedios.	Compactación en camiones recolectores y estación de transferencia.
Uso de estación de transferencia.	Sí.
Cantidad de estaciones de transferencia.	1
Municipios servidos por la estación de transferencia.	3
Capacidad total.	2800 t/día.
Cantidad de desechos compactados en la estación de transferencia.	Aproximadamente el 61% de los desechos recibidos.
Cantidad de horas trabajadas por día.	Operación continua las 24 horas del día.
Capacidad de los camiones.	Dos tipos de camiones: carga libre con capacidad 73 m <sup>3</sup> , aprox. 25 t; compactado con capacidad de 57 m <sup>3</sup> aprox. 25 t.
Promedio de viajes.	Aproximadamente 95.5 viajes/mes.
Tiempo de viaje hasta el relleno.	Aproximadamente 2.5 horas, ida y vuelta.
Distancia del recorrido hasta el relleno.	30 km.

## 4.1.2 Operación general del relleno.

Cuadro #11

Descripción.	Operación pasada.	Operación futura.
Existencia de procesos de tratamiento en el sitio de disposición final.	Recuperación.	Recuperación.
Método de recuperación empleado.	Recuperación manual.	Recuperación manual. se prevé una mecanización parcial del proceso de recuperación.
Pesaje de residuos sólidos recibidos.	Una romana disponible.	Dos romanas.
Registro de los residuos sólidos recibidos (caracterización).	No.	Sí.
Impermeabilización de la base.	No.	Uso de geomembrana.
Origen del material de recubrimiento.	Del sitio.	Del sitio.
Uso de frentes especiales.	En ocasiones particulares.	En ocasiones particulares.
Empleados de campo.	19	Se prevé operar con 13 empleados aproximadamente.
Empleados administrativos.	I.N.E.	En empleo directo en el relleno 5 personas.
Fiscalización de descarga de los residuos.	No.	Sí.
Dimensiones del frente de trabajo.	Frente de trabajo extenso.	Area reducida.
Control de compactación de los desechos.	No se realizaba de manera adecuada.	Se prevé un cuidadoso control.
Método de operación utilizado.	Relleno controlado.	Método combinado.
Existencia de manual de operación.	No.	Sí.
Frecuencia de recubrimiento.	Diaria/interdiaria.	Diaria.
Espesor de la capa diaria.	40 – 60 cm.	30 cm.
Espesor de la capa final.	60 cm.	30 cm de base, capa geotextil y de geosintético bentonítico, 30 cm de capa superior vegetal.
Compactación.	I.N.E.	Se llevará aproximadamente al 90% de la compactación óptima.

I.N.E. : Información No Encontrada.

**Cuadro # 11 (continuación)**

<b>Descripción.</b>	<b>Operación pasada.</b>	<b>Operación futura.</b>
Pendiente del talud del frente diario.	50%.	50%.
Pendiente intermedia del relleno.	1% a 2%.	1% a 2%.
Existencia de drenaje de aguas superficiales.	Existe, funcionando de manera inadecuada.	Sí.
Uso de tuberías para drenaje de lixiviado.	Sí. En la actualidad la mayor parte de la red se encuentra obstruida.	Sí.
Estudios de biogas.	No.	Sí.
Aprovechamiento del biogas.	No.	En estudio.
Uso de fumarolas.	Sí.	Sí.
Cantidad de fumarolas.	1 a 2 por hectárea.	Entre 3 y 4 por hectárea.
Profundidad promedio de fumarolas.	18 m.	Dependiendo de la celda de trabajo.
Plan de mantenimiento de las fumarolas.	No.	Sí.
Previsión para la disposición de desechos tóxicos y peligrosos.	No.	Sí.
Detalles de la barrera vegetal y tratamiento paisajístico.	No.	Sí.

**4.1.3 Problemas sanitario-sociales.****Cuadro # 12**

<b>Descripción.</b>	<b>Operación pasada.</b>	<b>Operación futura.</b>
Cantidad de recolectores.	Población flotante de aproximadamente 900 personas.	Población flotante de aproximadamente 900 personas. Se prevé la disminución de este número al modificar sus condiciones de trabajo.
Condiciones sanitarias para el trabajo de los recolectores.	Insalubres. Recuperación realizada en el frente de trabajo.	Aceptable. Ubicación en lugar destinado exclusivamente para los recuperadores.



**Cuadro # 12 (continuación)**

<b>Descripción.</b>	<b>Operación pasada.</b>	<b>Operación futura.</b>
Presencia de animales domésticos.	Sí.	No se prevé.
Presencia de ganado.	No.	No se prevé.
Presencia de aves e insectos.	Sí.	Se tratará de disminuir en lo posible.
Presencia de roedores.	Sí.	No se prevé.
Malos olores.	Sí.	No se prevé.
Tratamiento para lixiviados.	No.	Sí. El método a implementar se encuentra en estudio.
Afloramiento de lixiviados.	Sí.	No se prevé.
Presencia aparente de gases.	Sí.	No se prevé.
Control de la calidad de los efluentes líquidos.	No.	Sí.
Control de calidad de las aguas subterráneas.	Existencia de pozos para estudios de calidad de aguas.	Sí.
Control de migración de residuos líquidos en las fundaciones.	No.	Sí.
Control de calidad de los efluentes gaseosos.	No.	Sí.
Control de migración de gases.	No.	Sí.

**4.1.4 Instalaciones generales del área y equipos utilizados.****Cuadro # 13**

<b>Descripción.</b>	<b>Operación pasada.</b>	<b>Operación futura.</b>
Area de amortiguación.	No existe un área adecuada para esta función, almacenando los desechos en el frente de trabajo.	Sí.
Servicio eléctrico.	Sí.	Sí.
Abastecimiento de agua potable.	Sí.	Sí.
Sistema de cloacas.	No.	No.
Servicio telefónico.	No.	Sí.
Servicio de radiocomunicación.	Sí.	Sí.
Cercas y defensas.	Existen pero no de forma perimetral.	Sí.
Vigilancia.	Sí.	Sí.

#### 4.1.5 Costos de operación y sistema de cobro.

Cuadro # 14

Descripción.	Operación pasada.	Operación futura.
Costos de operación.	1300 Bs./t estimado para julio de 1998.	1300 Bs./t estimado para julio de 1998.
Sistema de cobro.	Mancomunidad encargada de la operación del relleno y de los cobros a los municipios.	Cobro directo a los productores a través de la facturación eléctrica.

#### 4.2 Evaluación de la Operación.

##### 4.2.1 Transporte al relleno (acarreo).

Al Relleno Sanitario La Bonanza llegan cada día más de 4.000 t de desechos provenientes de 10 municipios. El Municipio Libertador aporta más del 55% de los residuos (anexo # 2), los cuales pasan en su totalidad por la estación de transferencia Las Mayas. A esta estación de transferencia también llegan los desechos procedentes de Baruta.

Pese a que la estación de transferencia se presta para la realización de procesos intermedios, en ella no se ejecutan operaciones de separación, trituración o desmenuzamiento; la recuperación en la actualidad se realiza en cantidades despreciables y de manera inadecuada. El único proceso utilizado es la compactación de aproximadamente el 60% de los desechos. La estación no tiene ningún mecanismo o dispositivo para el control de olores y las condiciones sanitarias en la zona no son las óptimas. No se observaron roedores en las áreas de descarga, pero se estima probable su presencia.

Queda fuera de la extensión del presente trabajo el análisis de la transferencia de los desechos de los demás municipios de la zona metropolitana. Sin embargo, por ser La Bonanza el lugar de disposición final de estos municipios es imposible tratar el problema del Municipio Libertador de manera aislada. El transporte desde Sucre, Chacao y El Hatillo se realiza con las mismas unidades recolectoras, sin llevarse a cabo la necesaria transferencia a camiones diseñados para el transporte a grandes distancias. Este hecho,

sumado a las fuertes pendientes que deben enfrentar los camiones en su recorrido, disminuye la vida útil de los mismos, incrementando los costos de operación.

#### **4.2.2 Recuperación en el relleno.**

En el relleno se practica la recuperación manual. En la actualidad las condiciones de trabajo de los recuperadores son deficientes; la recuperación se realiza en el frente de trabajo, algunas veces antes de que los camiones descarguen. Los recuperadores están en contacto directo con los desechos, sin usar ningún tipo de equipo protector como guantes o botas de seguridad. El pago es muy bajo, se trata de trabajadores independientes que venden lo que recuperan a compradores que se desplazan hasta el relleno.

El nuevo proyecto de operación prevé mantener la recuperación manual de manera temporal. Una de los principales motivos para mantener la actividad de los recuperadores fue que este trabajo representa el sustento de numerosas familias y que, en consecuencia, su eliminación hubiese tenido un elevado costo social. No obstante, se pretende mejorar las condiciones de trabajo, así como organizar la labor de los recuperadores.

La primera acción a tomar es retirar el área de trabajo de los recuperadores del frente en el cual trabajan las máquinas. Para alcanzar este objetivo está previsto crear un patio de descarga en el cual los recuperadores realizarán sus labores, quedando prohibido su acceso a las demás áreas del relleno; también se prevé organizarlos como una cooperativa de manera de poder establecer un control sobre las personas que trabajarán en la recuperación.

La instalación de una cerca perimetral evitará que personas no autorizadas entren al relleno, permitiendo el acceso únicamente a los recuperadores registrados. La falta de dicha cerca ha causado que el acceso al relleno sea hoy por hoy libre y que de igual manera los recuperadores saquen parte de los residuos para venderlos a empresas que operan fuera del relleno.

Es necesario señalar que en el área destinada a los recolectores no descargarán todos los desechos. Solo los provenientes de Chacao y El Hatillo serán descargados en esta zona. Se obrará de esta manera ya que los residuos de estos municipios son los que contienen más material susceptible de ser recuperado y vendido, esperándose que para

los recolectores resulte más atractivo operar en esta zona al encontrarse con más facilidad los materiales por ellos buscados. En un futuro, se espera eliminar la recuperación manual en el relleno, o mantenerla, si se puede contar con equipos que la hagan más efectiva.

#### **4.2.3 Pesaje y control de los residuos que llegan.**

Como parte del nuevo proyecto se establece la instalación de una nueva romana para así operar con dos. En la actualidad hay una sola romana en uso; en el pasado esta situación ocasionó problemas. En los casos en que fue necesario dar mantenimiento a la romana se tuvo que operar sin sistema de pesaje llegándose a veces a realizarse sólo estimaciones de la cantidad de residuos que ingresaban al relleno.

Está también previsto realizar la caracterización de los residuos que se disponen en el relleno. Esta labor es necesaria para la correcta operación del relleno ya que permite conocer la cantidad de desechos putrescibles y recuperables. Hasta ahora no se ha efectuado la caracterización de los residuos existiendo sólo un estudio de la Fundación Polar realizado en la década de los setenta, el cual se encuentra, evidentemente, desactualizado.

La disposición de residuos peligrosos, en el caso de realizarse, se hará de acuerdo a lo estipulado en la normativa técnica correspondiente,<sup>[18]</sup> en la cual se establece que se deberá pedir un permiso y cumplir con unas determinadas medidas de seguridad para permitir la disposición de residuos peligrosos en el relleno. No se puede asegurar que en el pasado se haya mantenido un control de los residuos peligrosos que llegaron al relleno.

#### **4.2.4 Control de lixiviados y drenaje de aguas de lluvia.**

La principal dificultad en el manejo de este relleno es el control de las aguas de lluvia. El terreno está atravesado por varias quebradas. Estos cauces sólo conducen agua en los meses del periodo lluvioso (Mayo a Noviembre). Sin embargo, durante estos meses se presentan caudales considerables.

Estas cuencas confluyen en las lagunas que existen en el terreno y drenan hacia el río Tuy; por ello, si las aguas de lluvia son contaminadas por los lixiviados, existe la

posibilidad de contaminar las aguas del río Tuy, el cual es una de las fuentes de abastecimiento del área metropolitana. No podemos olvidar que el río Tuy se encuentra actualmente contaminado por las descargas que se producen en su cauce independientemente del relleno, sin embargo, se debe evitar incrementar la carga poluente de este río.

La nueva celda contará con trabajos de impermeabilización del terreno. Está previsto colocar geomembranas para garantizar la impermeabilidad de la base. Esto facilitará la recolección de los lixiviados y evitará su infiltración en el subsuelo. En las celdas existentes no se realizaron trabajos de impermeabilización de la base, aunque si se instalaron sistemas de recolección de lixiviados y se pretendió darle un tratamiento. Eventualmente, los colectores de lixiviados se taparon y nunca se llegó a realizar el tratamiento de los mismos. En la actualidad se observa afloramiento de lixiviados en los taludes de las celdas, estos lixiviados confluyen en las lagunas existentes, las cuales se encuentran altamente contaminadas.

El drenaje de aguas de lluvia se realizaba en el pasado con zanjas de tierra de forma triangular. Para conducir el agua a estas zanjas se dotaba a las terrazas de una pendiente de aproximadamente el 2%. Estas zanjas presentan en la actualidad falta de definición y se encuentran obstruidas en muchas zonas. Se observa también que los lixiviados que afloran por los taludes descargan en estas zanjas, esto causa la contaminación de las aguas de lluvia por parte de los lixiviados.

El proyecto actual contempla la instalación de colectores para los lixiviados, los cuales descargarán en lagunas para su tratamiento y posterior descarga en los cauces naturales. También está contemplado el saneamiento de las lagunas existentes en el terreno y la creación de una red eficiente de drenaje de las aguas de lluvia. En la actualidad se estudia la posibilidad de construir un canal colector aguas arriba de la nueva celda y desviar las aguas de esa cuenca evitando así su paso por el relleno.

El saneamiento de las lagunas es indispensable, ya que existe un alto riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, debido al alto grado de fracturamiento en que se encuentran las rocas metamórficas de la zona.

#### **4.2.5 Control del biogas.**

Existen actualmente en el relleno tuberías verticales para la recolección del biogas producido. Este gas una vez recolectado es quemado en el extremo superior del tubo colector. Si bien se evita el potencial riesgo de explosiones en el relleno, este no es el mejor método de tratamiento para el biogas. Su quema produce contaminación atmosférica. Con el fin de solventar este problema, está previsto crear un sistema de recolección y una planta de tratamiento para los gases. Este sistema, conformado por una red de tuberías que unirá los colectores, llegará a una planta donde se dará un tratamiento apropiado a estos gases. Se está estudiando la posibilidad de usar este gas para producir energía eléctrica que podrá ser usada para el alumbrado del relleno. Aunque la quema de gases se mantendrá, se realizará una combustión controlada, disminuyéndose así la descarga de contaminantes al ambiente. También se incrementará el número de tuberías recolectoras, pasándose de una cada dos hectáreas a tres o cuatro por hectárea.

#### **4.2.6 Disposición y compactación.**

En la operación según el nuevo proyecto se estipula la reducción del frente de trabajo, lográndose así un más efectivo control de los olores al disminuir la cantidad de residuos expuestos. El uso de maquinaria especial, incrementará los rendimientos en la operación y hará factible lograr una mejor compactación de los residuos.

En la actualidad, se utiliza maquinaria convencional de movimiento de tierra, en espera de la llegada de las máquinas especiales. Se utiliza una compactadora, dos tractores y mototraillas, cuyos servicios son subcontratados a otra empresa. En el pasado se operaba con menor cantidad de maquinaria, usándose muchas veces el tractor de acarreo de desperdicios para compactar los mismos. Esto causaba que se lograra un pobre nivel de compactación. Existía también un frente de trabajo muy amplio, trayendo como consecuencia los problemas derivados de esta práctica inadecuada. No se puede decir que se operara como un relleno sanitario, sino como un vertedero controlado, en el cual se realizaba alguna cobertura de los desechos.

La compactación deficiente hace poco confiable la estabilidad de las terrazas existentes, habiéndose producido un derrumbe en la zona sur del relleno. Parte del

problema es causado por la falta de diques de contención. En las nuevas celdas se utilizarán las montañas para la contención lateral y se construirán diques para confinar los residuos, además de garantizarse una compactación eficiente de los mismos.

La cobertura diaria de los residuos era en el pasado muy variable. La capa de cobertura no era constante y en muchos casos la cobertura era interdiaria. Esta capa no era tampoco compactada debidamente. Actualmente, la cobertura se realiza con capas de 30 cm, las cuales son debidamente compactadas. El dispositivo de cobertura final estará conformado por una capa de 30 cm de tierra, una capa de geotextil de drenaje geosintético bentonítico y una capa vegetal de 30 cm. La pendiente exterior de los taludes es de 2/1 y se mantendrá para los taludes nuevos.

#### **4.2.7 Control de animales en el relleno.**

Tanto en el pasado como en la actualidad, hay presencia de perros en el relleno, se espera que en un futuro esto no sea así, evitándose la presencia de todo tipo de animales domésticos.

Es de esperar que la presencia de aves de rapiña se mantenga, sin embargo, al reducirse el frente de trabajo se reducen las posibilidades para estas aves de obtener alimento y es de esperar una reducción en su número, pero muy poco probable su completa eliminación.

Está previsto el control de roedores, por ser considerados estos como un peligro potencial para la salud del hombre. Es necesario destacar que la eliminación total de los roedores, al igual que las aves de rapiña, es muy difícil, pudiéndose esperar principalmente una disminución en su número hasta un punto en el cual no sean un riesgo

#### **4.2.8 La planta de Corpoven.**

La planta de Corpoven adyacente al relleno ya mencionada en el aparte 3.2.2.5, ocasiona ciertas dificultades en la operación del mismo.

Como ya se comentó, de dicha planta parten tubos de conducción de gas que atraviesan el relleno. Algunos de estos tubos fueron removidos antes de iniciar operaciones, sin embargo, existen tubos no señalizados atravesando la zona en que se

operarán las nuevas celdas. Esto ha ocasionado cambios en el proyecto original, así como, retrasos en la operación. Por otra parte, también se han encontrado tubos aparentemente abandonados, los cuales originan retrasos en la operación al ser necesario identificar dichos tubos y verificar si se encuentran activos o no.

#### **4.2.9 Administración del relleno.**

En el pasado la administración del relleno ha pasado por diferentes entidades siendo la última en administrarlo la mancomunidad Mancoser. Este ente entregó en concesión la administración y operación del relleno por 20 años a la empresa Cotécnica, la cual contará con el asesoramiento de la empresa Onyx de Francia, quedando Mancoser encargado de la inspección y supervisión de la operación del relleno.

El cambio de administración solía ir acompañado de un cambio en los criterios de operación del relleno, esto causó que muchos trabajos no se realizasen de manera completa. Esta falta de continuidad se puede considerar uno de los problemas que ha tenido el relleno. La empresa Cotécnica elaborará un manual de operación para el relleno, esto facilitará la continuidad en la operación, aun en el caso de que esta empresa abandone dicha actividad.

Otro de los grandes problemas que tuvo el relleno fue la falta de capital. Durante la operación de Mancoser los recursos provenían del cobro a las alcaldías de los municipios que utilizaban el relleno. Sin embargo, estos municipios incumplían los pagos, causa por la cual existían elevadas deudas con la mancomunidad. A su vez, este organismo no contaba con métodos para obtener recursos.

En la nueva administración por parte de Cotécnica, el cobro se hará de manera directa a los productores a través de la factura por el consumo de electricidad. De este modo, se asegura el pago de la disposición y se evita el problema de la falta de recursos. Un porcentaje de lo recaudado está destinado a Mancoser como pago de la concesión.

#### **4.2.10 Personal empleado.**

En el pasado el relleno operaba con 19 empleados de campo más el personal administrativo. Se prevé en un futuro operar con unas 20 personas, entre las cuales



estarán incluidos los operadores de maquinaria, los encargados del pesaje, el personal de vigilancia y el personal administrativo.

En la actualidad los operadores de las máquinas no son empleados directos de la empresa encargada del relleno, al ser las máquinas subcontratadas. Cuando se empiece a operar con la maquinaria especializada, los operadores si serán empleados de la empresa encargada.

### **4.3 Evaluación General.**

Basando en lo anteriormente expuesto se puede afirmar que en el pasado la operación del relleno fue deficiente, debido en gran medida a los problemas administrativos y presupuestarios que se presentaron.

Como consecuencia de esta operación deficiente, en la actualidad el relleno presenta serios problemas; entre ellos se pueden citar:

- Control ineficiente de las aguas de lluvia.
- Afloración de los lixiviados.
- Contaminación de las lagunas existentes en el área.
- Control inadecuado del biogas.
- Inestabilidad potencial en las terrazas.
- Posible contaminación de aguas subterráneas.
- Ausencia de cerca perimetral.
- Presencia incontrolada de recolectores en el relleno.
- Inexistencia de un manual de operación.

La nueva administración pretende paliar estos problemas con las medidas ya expuestas y operar el relleno en una manera eficiente.

Si este objetivo es alcanzado, el relleno sanitario La Bonanza podrá ofrecer una solución de disposición final, no solo al Municipio Libertador, sino mantener su estado actual de sitio de disposición del área metropolitana de Caracas. No obstante, es necesaria la evaluación de otros sitios, de manera de contar con diferentes alternativas en caso de presentarse cualquier contingencia, además de aumentar la vida útil de este relleno y contar con opciones al cumplirse la misma.

## Capítulo 5 Disminución en la producción de desechos.

---

### 5.1 Importancia del Reciclaje y la Reducción de Desechos.

El reciclaje es un proceso que ha existido siempre. La naturaleza no produce “desechos” y esto se debe a su capacidad de transformar los “desperdicios” en materias útiles para cualquier otro proceso, sin embargo, la intervención del hombre con el aprovechamiento muchas veces desmedido y la consecuente modificación de los recursos naturales ha quebrantado este ciclo al no devolver los recursos utilizados y produciendo infinidad de materiales que no siendo biodegradables, escapan de las posibilidades auto-regenerativas de la naturaleza, generando por consiguiente un volumen excesivo de desechos. Inclusive, hay personas en el medio ambientalista que consideran que los desechos sólidos son la evidencia más contundente de nuestra inconsciencia y soberbia homo-centrista.

En la sociedad humana caracterizada por el desarrollo y el creciente avance tecnológico es prácticamente imposible evitar la explotación de los recursos naturales, no obstante, se puede reducir su efecto negativo en la naturaleza.

“La solución no es detener el desarrollo. Es hacerlo compatible con un uso racional de los recursos y su preservación para la supervivencia de las futuras generaciones”. [6]

La base de las reformas a implementar la constituye la educación de las sociedades, al tratar de inculcarles a través de los medios de comunicación, de la enseñanza básica colegial y de cualquier otra manera, la forma adecuada de ver el problema.

La educación tradicional nos ha enseñado a recoger los desperdicios y botarlos en recipientes dispuestos con esta finalidad. Una vez realizado este proceso, hemos cumplido con nuestra parte en la solución de los problemas de disposición final de

desechos; pero ¿hemos colaborado en realidad?. La respuesta a esta pregunta es sí, pero a medias.

El problema en la disposición de desechos es causado, en gran parte, por la falta total de educación en ciertos sectores de la población y por la vieja creencia de que sólo con botar los desperdicios en su sitio ya se ha colaborado en remediar el problema.

Las personas que piensan de la manera tradicional no se han percatado del inmenso volumen de desechos que se genera a diario, de más de 4.000 toneladas de desechos producidos por Caracas que van diariamente al relleno sanitario, de la cantidad de energía, dinero y tiempo que hay que invertir en la recolección, transporte y disposición final de estos residuos. Estos procesos constituyen una actividad improductiva cuyo único fin es eliminar los “desechos” sin importar si hay elementos valiosos en ellos.

La solución por ende, consiste en reducir la cantidad de desechos producidos y recuperar los elementos valiosos que se encuentran en los llamados “desperdicios”. Sin embargo, no podemos esperar que estas prácticas se apliquen de la noche a la mañana y en la totalidad de la población. Es necesario crear planes a largo plazo, adoptar medidas que incentiven estas actividades y de sobre manera, procurar dar continuidad a las soluciones que se adopten. Para lograr esto es necesario tomar una actitud cívica.

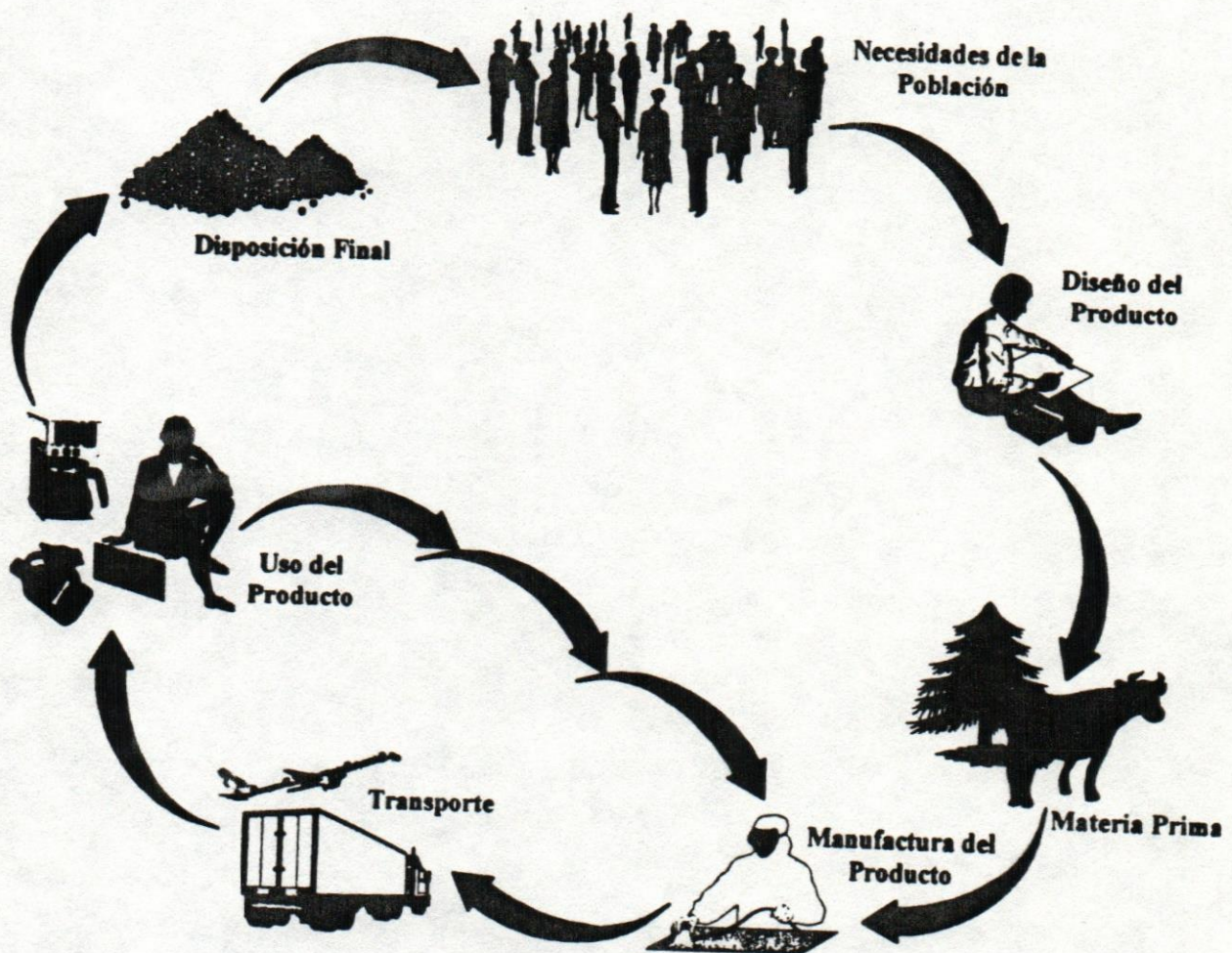
Civismo : “Celo por las instituciones e intereses de la patria.// 2. Celo y generosidad al servicio de los demás”. [16]
---

## 5.2 Las “Cuatro R”.

El ciclo de vida de un producto cualquiera muestra la adaptabilidad de las “cuatro R” (reducir-reusar-regenerar-reciclar) en el proceso. En la figura # 1, se muestra el ciclo de vida de un producto.

Las ventajas de la aplicación de las “cuatro R” en el ciclo de vida de un producto son enormes, entre ellas se pueden citar: la disminución en la utilización de materia prima, el ahorro de energía, la generación de empleo, la merma en la cantidad de desechos producidos y el consiguiente aumento en la vida útil de los rellenos sanitarios.

**Figura # 1**  
**Ciclo de vida de un producto cualquiera.**



El fomento de la reducción de desechos constituye un punto clave; es necesaria la educación del consumidor en el sentido del consumo selectivo a objeto de evitar la compra masiva de productos, la adquisición de “bienes desechables” los cuales son usados y botados, o la compra de productos que tengan empaques excesivos. Del mismo modo, el uso del producto tiene una gran importancia en la reducción, además de formar parte de lo que también podríamos llamar reuso.

Es necesario estimular a las personas a preservar objetos que le pueden ser útiles después de concluido su uso primario, por ejemplo: los envases de mayonesa, los cuales una vez usados pueden servir para guardar granos o cualquier otro producto que se adapte a las características del envase. Hay que orientar a las personas hacia el uso duradero de productos.

La regeneración y el reciclaje están íntimamente relacionados ya que en ambos se requiere la previa recuperación de materiales para su eventual modificación. Sin embargo, la recuperación constituye un punto muy delicado, debido a que no se ha instruido lo suficiente a la población en este sentido, lo que ha traído como consecuencia que la recuperación en el sitio de producción sea prácticamente inutilizada, convirtiendo en desechos, materiales útiles para el reciclaje y la regeneración. Pero el problema no termina allí, la principal consecuencia de la inadecuada recuperación es la aparición no controlada de los llamados “recuperadores” acarreando una enorme cantidad de problemas sociales y sanitarios.

Un ejemplo del efecto de la aplicación de las “cuatro R” en el ciclo de vida de un producto (siempre y cuando se realice de una manera adecuada) es el siguiente: Se educa a la población para el consumo de productos hechos con materiales reciclables, por ende el diseñador de la empresa se ve obligado a rediseñar en función de este requerimiento. El nuevo producto realizado con materiales reciclables incide directamente en la disminución de la utilización de materia prima, por lo tanto, el proceso de manufactura pudiera cambiar. Al llegar el producto a las manos del consumidor, este lo utiliza y una vez cumplida su función lo coloca en el recipiente adecuado para poder ser recuperado y luego reciclado, trayendo como consecuencia una reducción en el volumen de desechos a disponer.

Con el análisis de las “cuatro R” en el ciclo de vida de productos, no sólo se busca la merma en la cantidad de desechos, también se intenta lograr producir más utilizando menos recursos naturales, manteniendo o mejorando la calidad de vida de las personas.

### **5.3 Medidas a Ser Adoptadas.**

Para lograr el objetivo propuesto es necesario la implementación y refuerzo -en caso de haber sido adoptadas en el pasado- de ciertas medidas al nivel de diferentes organismos, a saber: Industria, gobierno (tanto gobierno nacional, como gobiernos regionales y municipales), organizaciones civiles no gubernamentales y comunidad. Las medidas a adoptar son las siguientes:

- Orientar la producción hacia un desarrollo mayor de objetos hechos con materia prima proveniente del reciclaje. Estableciendo estímulos, mas no subsidios, para las empresas que cumplan con este objetivo.
- Identificar con el símbolo universal del reciclaje aquellos productos que lo sean, de manera de promocionar e incentivar el reciclaje.
- En el ámbito industrial, implementar tecnologías para la reducción de desechos en la manufactura y reciclar supuestos desperdicios generados en el proceso. Un ejemplo de esto es la utilización de las tiras sobrantes en el proceso de cortado del cartón para la elaboración de cajas, como materia prima para otras láminas de cartón que a su vez volverán a ser cortadas en la elaboración de cajas.
- Clasificar los desechos para facilitar su manejo, transporte, disposición o transformación. Del mismo modo, incentivar en la población la disposición separada de desechos, para poder lograr la recolección selectiva de los mismos.
- Diseñar y fabricar empaques de manera de evitar el despilfarro. Este es un punto que debe ser tratado con cuidado, ya que los empaques son necesarios por diferentes razones, entre ellas: la protección del producto para evitar su deterioro; proporcionar información sobre los componentes u otras informaciones legales; en el caso de alimentos, asegurar la higiene y la contención para evitar dispersión o mezcla con otros productos.

No obstante la necesidad de empaques, muchas veces se exagera en la utilización de estos, de igual manera se usan empaques, que si bien cumplen su función, no son los

más idóneos ambientalmente o peor aún, se implementan cubiertas adicionales como promoción e instrumento de venta y mercadeo. Es en estos usos indebidos donde radica el problema de los empaques, por lo tanto, se debe incentivar la toma de conciencia al respecto.

- En la industria, el gobierno y la colectividad en general, educar y entrenar personal para el área de educación ambiental.
- Aplicar, en industrias productoras de bebidas de consumo masivo, el sistema de depósito y retorno obligatorio para las latas y botellas. Esta forma de operar representa un incentivo suficiente para que estos envases retornen a los expendios y distribuidores, siempre y cuando, el monto a depositar represente una cantidad significativa para el consumidor.
- Entrar en conciencia de que los desechos sólidos constituyen un problema comunitario y que por lo tanto deben ser tratados como tal.
- Procurar mecanismos que incentiven las “cuatro R”: sancionar a las empresas y personas que contaminen, así como estimular a las que no contaminan o aplican tecnologías “limpias”.
- Incentivar la creación de microempresas, cooperativas, y pequeñas industrias relacionadas con el reciclaje.
- Incorporar “las cuatro R” en las políticas sobre manejo y disposición de los desechos sólidos.
- Fomentar la relación entre el gobierno, las universidades y la empresa privada, de manera de realizar estudios conjuntos sobre la materia.
- Incluir en el programa de educación escolar, en todos sus niveles, la enseñanza de prácticas útiles para la preservación del ambiente.
- Determinar las necesidades reales, en función de planificar el consumo, evitando compras excesivas.
- Tratar de producir bienes de consumo en el hogar: alimentos vegetales, papel reciclado, reuso de envases para almacenar granos y condimentos, elaboración de adornos artesanales, etc.

#### 5.4 Implementación de las Medidas a Tomar.

En la actualidad, muchas de estas medidas son ejecutadas. Podemos encontrar centenares de libros que nos hablan de las ventajas inherentes a las “cuatro R”; pero el problema originado por la inmensa cantidad de desechos a disponer, sigue presente. Esto se debe, en gran parte, a la indiferencia de la población, originando lo que algunos llaman “El Cáncer de la Hiperindiferencia”. [6]

Este cáncer no es más que la gran indiferencia de muchas personas frente a los problemas del medio ambiente. Tal indiferencia suele ser el resultado de dos causas principales: primero, la falta de educación continua del individuo sobre el tema, y segundo, el nivel de pobreza general que no permite canalizar recursos más allá de la satisfacción de las necesidades inmediatas de la población.

La falta de educación continua del individuo sobre el tema ha traído como consecuencia la imposibilidad de aplicación permanente de prácticas como las “cuatro R” en la comunidad. De nada serviría enseñarle a niños de primaria la importancia de este tipo de actividad, si al continuar estos individuos por su formación colegial no se le hace más referencia al asunto, o si acaso, se realiza de una manera somera.

La forma de atacar el problema, es inculcar conocimientos sobre el tema a los niños desde el primer nivel de educación, manteniéndolos y aumentándolos, durante toda su formación colegial, e incluso, universitaria. Educando a estos niños, se logrará el doble propósito de educar también a los padres.

Para cumplir el objetivo se deben insertar las “cuatro R” en la cotidianidad de las personas, enseñarlas desde sus primeros pasos a convivir con estas prácticas, de esta manera se logrará crear conciencia cívica al respecto.

“La formación significa un crecimiento organizado, un ordenamiento del saber y del actuar, que va mejorando con la repetición de acciones virtuosas en el tiempo”. [10]

En cuanto a la pobreza y la marginalidad, el problema real de supervivencia diaria del gran número de personas que vive en esta situación, ha causado el desinterés hacia la correcta ejecución de ciertas tendencias ambientalistas.



Por otra parte, la aplicación de programas comunitarios aislados, sin la presencia de un ente regente que coordine los diferentes planes en marcha, ha ocasionado la escasa difusión de los mismos y contribuido a que las “cuatro R” no hayan alcanzado el auge esperado.

Si bien es cierto que en el ámbito empresarial existen programas exitosos como el de la industria del vidrio o la del aluminio, sólo por nombrar algunos, es extremadamente probable que la presencia de un ente rector bien llevado pudiera aumentar el ya alcanzado éxito de estos programas.

El objetivo principal de este organismo sería el de lograr la unidad en cuanto a los planes propuestos de modo de implementar estrategias que integren a las empresas del ramo y a la comunidad, así como asesorar e incentivar nuevos programas adaptados a zonas particulares.

Es muy importante señalar que estos entes rectores deben tener jurisdicción municipal y ser competencia de las alcaldías para así evitar la creación de un macroorganismo que pudiera resultar ineficiente, de igual manera, se debe poner especial cuidado en la selección de las personas integrantes de esta solución para así evitar caer en la excesiva burocracia, mal que afecta intrínsecamente a nuestra sociedad.

### **5.5 Aplicación de Programas en el Municipio Libertador.**

El reciclaje es una opción beneficiosa para la zona metropolitana de Caracas. Estudios realizados por el Instituto de Estudios Superiores de Administración (I.E.S.A.), arrojaron como resultados, que al aplicar valores reales de reciclaje para algunos materiales -80 por ciento de aluminio, 50 por ciento de vidrio, 3 por ciento de papel y 5 por ciento de plástico en film– usando la misma frecuencia de recolección y los mismos costos y distancias de transferencia y relleno, el costo total de operación se reduce en 28 millones de dólares por año y el peso final de los desechos destinados al relleno sanitario en un 8 %.<sup>[4]</sup>

Para la implantación de un plan efectivo de reciclaje se requiere la previa realización de estudios de caracterización de los componentes físicos presentes en los desechos. En las investigaciones realizadas no se encontraron estudios de este tipo para el Municipio Libertador, presumiéndose por lo tanto su inexistencia, en cambio, sí se ha

efectuado para la zona metropolitana de Caracas (anexo # 2), incluyéndose en ellos el aporte de los 5 municipios que la integran, de los cuales Chacao, Baruta y El Hatillo poseen los desechos más ricos en materia reciclable. A pesar de esto, se considera el reciclaje en el Municipio Libertador como una opción altamente factible por la existencia de un mercado para materiales recuperados y por la cantidad de desechos producidos.

En lo referente al mercado de los materiales recuperados, el Municipio Libertador se encuentra beneficiado, ya que en él o en sus zonas aledañas, se encuentran centros de acopio para vidrio, aluminio, plástico y papel. Garantizando por lo tanto, la demanda de componentes provenientes de la recuperación. Por otra parte, este municipio es el mayor generador de desechos, de manera que, a pesar de suponerse un menor porcentaje de materiales reciclables, las cantidades de estos pueden presumirse aceptables para el mercado.

Otro posible problema para la implantación del reciclaje lo constituye la gran cantidad de zonas marginales que posee el municipio. Según los datos suministrados por la OCEI, el 41,3% de la población vive en barrios (anexo # 2), debido a esto, la aplicación de proyectos de reciclaje debe hacerse tomando en cuenta este factor. Las medidas a implementar deben ser diferentes y enfocadas a cada sector.

Una manera apropiada de abordar el problema es dividir al municipio en dos tipos de comunidades: un primer tipo al que se denominará “comunidad A”, donde se presume que la colectividad pueda contribuir significativamente en el proceso de reciclaje y en las cuales sea viable la aplicación de la separación en la fuente y la consecuente recolección selectiva. Las comunidades restantes que no cumplan con las características antes mencionadas se denominarán “comunidad B”.

Siendo necesaria para la ejecución de los estudios necesarios, la puesta en marcha de los programas a implementar y la inspección de los mismos, la creación de un ente rector municipal.

## A) “Comunidades A”

Los proyectos de reciclaje a aplicar en estas comunidades, pueden ser simples y sencillos o complicados y extensos, todo depende del nivel al que se dirijan y como se apliquen.

Lo más conveniente es empezar por la aplicación de programas sencillos en el ámbito comunitario, regidos y supervisados por el ente rector mediante el cumplimiento de ciertas funciones citadas a continuación.

Funciones del ente rector:

- Realizar estudios de caracterización zonificados.

El ente rector se encargará de realizar estudios de caracterización dentro del municipio, para lo cual puede solicitar la ayuda de las universidades o de cualquier organización no gubernamental. Es importante señalar que estos estudios deben ser zonificados (urbanizaciones, parroquias, o cualquier otra división apropiada) a fin de evaluar las posibilidades de reciclaje, en diferentes sectores.

- Evaluar posibilidades de reciclaje en las diferentes zonas de estudio e implementar medidas de recolección selectiva y acopio según materiales presentes y factibilidad de aplicación.

Según las proporciones de materiales reciclables encontrados y las características de cada sector, se diseñará el sistema de recuperación, recolección selectiva y acopio apropiado.

Las opciones en este sentido pueden ser: implementar centros de reciclaje, fortalecer y organizar a los compradores informales que van de casa en casa e industria por industria, organizar a la asociación de vecinos para que se encargue de la recolección selectiva, incentivar a la compañía encargada de la recolección para que evalúe la posibilidad de recolección selectiva, utilizar escuelas como centro de acopio de algunos materiales, etc.

Para el éxito de la campaña se considera de vital importancia la implementación de la recolecta selectiva, la cual consiste en la recolección de materiales útiles en el proceso de reciclaje, previa separación en la fuente generadora.

Entre los aspectos favorables de esta opción encontramos: buena calidad de los materiales, en la medida que están menos contaminados por otros componentes

presentes en los desechos; estímulo a la ciudadanía, ya que la participación popular refuerza el espíritu comunitario; mayor cantidad de materiales recuperados; permite flexibilidad, debido a que se puede comenzar en pequeña escala y ampliarse gradualmente.

Para la operación se sugiere la combinación entre la recolección domiciliaria por parte de camiones que circulen periódicamente por la zona recogiendo los materiales y la implementación de puestos de entrega voluntaria, que consisten en cajones o contenedores de diferente tipo, instalados en puntos estratégicos, donde la población pueda depositar los materiales previamente separados. Del mismo modo, de ser viable en la zona, fortalecer a los compradores de determinados materiales, como por ejemplo aluminio, para que establezcan una ruta de recolección periódica en el sector.

Es importante señalar que la recolecta selectiva requiere un poco más de esfuerzo por parte de la comunidad, además los costos pudieran ser mayores que los de la recolecta simple, pero la cantidad de beneficios generados bien puede valer asumir esas “molestias”.

- Asesorar a las asociaciones de vecinos, para que sean la base del programa y promocionar la separación en la fuente.

Una asociación de vecinos es una organización local de habitantes de una comunidad concreta, cuyos objetivos son gestionar y promover la vida de la comunidad.

En este ámbito, el primer paso a seguir es la revisión de la organización de vecinos con el objeto de evitar la estructura piramidal estática en la que el presidente de la asociación generalmente realiza todo el trabajo. Proponiendo un modelo dinámico, con asignaciones de trabajo para los diferentes integrantes.

El siguiente paso consiste en difundir entre la comunidad, la separación en la fuente (punto clave del proyecto), utilizando todos los medios disponibles (pancartas, panfletos, periódico vecinal, asambleas de la asociación, comunicación cara a cara entre vecinos, etc.). Se considera esencial darle prioridad a la propaganda, cuanto más constante sea la información, más material será separado por la comunidad. Estudios realizados en Brasil, comprobaron que los programas de reciclaje, que más invierten en campañas de promoción, son los que tienen menores costos. <sup>[3]</sup>

“El efecto más importante de un mejor nivel de información y educación sobre el medio ambiente es la modificación de los comportamientos. Los ciudadanos bien informados están en mejores condiciones de presionar a los gobiernos y los contaminadores y es más probable que estén dispuestos a aceptar los costos y molestias de las políticas ambientales”. [6]

Una vez realizados los estudios el organismo municipal se encargará de asesorar a las asociaciones de vecinos para la puesta en marcha del plan de separación en la fuente.

- Mantener un control permanente y velar por la continuidad del plan.

El ente rector deberá establecer ciertos controles para el monitoreo de la recolecta. Estos controles pueden ser: tonelaje total recolectado diariamente, tonelaje de material almacenado, tonelaje de material vendido, tonelaje de material desechado, total de horas de trabajo de los camiones, total de kilómetros rodados, consumo de combustible, estudio periódico de mercado de materiales reciclables, análisis beneficio-costos, etc.

Con la ejecución y estudio de dichos controles se garantiza la vigencia del plan, asegurando la continuidad en cada uno de sus pasos, para así evitar cualquier falla por falta de seguimiento y asegurar su permanencia en el tiempo. Además los análisis beneficio-costos permitirán la estimación de la retribución de ganancias -en caso de existir- a las comunidades participantes.

## **B) “Comunidades B”**

Para las zonas en que no sea posible la aplicación del plan de separación en la fuente y recolecta selectiva, el ente rector analizará los estudios de caracterización para comprobar si es viable o no la instalación de una planta de reciclaje. De igual modo, se encargará de evaluar periódicamente las condiciones de los diversos sectores que integren este tipo de comunidad, de manera que, de presentarse las condiciones adecuadas en alguna zona, esta pueda pasar a formar parte de las comunidades tipo A.

De ser viable la planta de reciclaje esta podría ser colocada en la estación de transferencia y operar de forma modular, quedando de parte del ente rector la evaluación continua del proceso y la selección del sistema administrativo.

Lo más aconsejable es diseñar la planta de forma modular, de tal manera que en una primera etapa se instalaría una única línea de selección, con características compatibles para la recuperación de papel, cartón, vidrio, plásticos y envases de aluminio. Permitiendo la incorporación de líneas siguientes para la separación específica de materiales según la producción predominante. Se recomienda el proceso de selección manual, con la utilización de varias bandas transportadoras, una principal para la primera etapa y bandas secundarias para cada módulo.

La aplicación de este tipo de planes municipales, en conjunto con las medidas recomendadas a escala general y la aplicación de un proceso de educación continua de los ciudadanos, pueden contribuir significativamente en la disminución de los residuos a disponer en el relleno sanitario, aumentando su vida útil y reduciendo los costos de disposición, además de mantener o mejorar la calidad de vida de la comunidad.

## Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones.

---

### 6.1 Conclusiones.

#### 6.1.1 El relleno sanitario como alternativa para la disposición final.

El relleno sanitario proveerá las condiciones adecuadas para ser usado como método de disposición final, siempre y cuando sea bien operado. Además, es una solución económica y que no requiere de mano de obra especializada.

En los países como Venezuela, es ampliamente recomendado como la solución más económica -la OPS estima su costo como 20 veces inferior al de los incineradores- además de ser la solución de más fácil operación. La referencia a incineradores debe hacerse recordando que estos no son un método de disposición final sino un proceso intermedio, sin embargo, su uso disminuye la cantidad de desechos a ser depositados en los rellenos y alarga la vida útil de los mismos. La elevada inversión inicial requerida y el alto costo de operación y mantenimiento hacen esta alternativa poco viable en muchos casos.

El compostaje, otro proceso intermedio, también podría usarse en combinación con los rellenos, pero se encuentra con el mismo problema que los incineradores. En la actualidad, no obstante, se piensa que puede ser viable el uso de pequeñas plantas de compostaje ubicadas en centros de reciclaje. Estas plantas, de tecnología rudimentaria y que no necesitan mano de obra especializada, pueden resultar en algunos casos económicamente viables, debiéndose evaluar su factibilidad en cada caso particular.

Otros métodos de disposición final, como los vertederos a cielo abierto o la descarga directa a cursos de agua, no son viables al no proporcionar las condiciones sanitarias requeridas, ser dañinos para el medio ambiente y ocasionar riesgos a la salud.

### **6.1.2 El reciclaje y la disminución en la cantidad de desechos.**

El reciclaje en conjunto con la reducción, el reuso y la regeneración, contribuye de manera significativa en la disminución de las cantidades de desechos a ser dispuestos en el relleno sanitario.

Para poder reciclar, es necesario recuperar los materiales reciclables. La recuperación manual, actualmente aplicada, es ineficiente y se realiza mayormente de una manera desorganizada y en condiciones sanitariamente inaceptables. Esta recuperación se aplica principalmente al aluminio. Los periódicos y cartones son almacenados y vendidos por los mismos usuarios de manera minoritaria. La utilización de plantas de recuperación de alta tecnología no sería tampoco una solución al problema, debido al elevado costo que implicarían. La forma más efectiva para realizar la recuperación es la recolección selectiva.

Al realizarse una recolección selectiva, los generadores disponen sus desechos ya separados, eliminándose así la necesidad de realizar la separación de los desechos reutilizables. Para lograrse este objetivo es necesario educar a las personas y modificar sus hábitos, resultando indispensable una educación continua del individuo.

La recolección selectiva no podrá realizarse de manera general en un breve plazo, lo cual obliga a mantener las actividades de recuperación durante algún tiempo. La recuperación manual puede ser una alternativa aceptable, si se realiza de una manera organizada. La operación de pequeñas plantas recuperadoras, donde se apliquen soluciones de baja tecnología como bandas transportadoras para ayudar en las labores de recuperación, es una de las opciones más viables a corto plazo para incrementar la cantidad de desechos reciclados.

A largo plazo, la educación de la colectividad para aplicar las “cuatro R” y disponer sus desechos de forma separada es el objetivo a lograr.

Durante la realización del estudio, también se llegó a la conclusión de que otro título apropiado para el presente informe podría ser: “Estudio de La Bonanza Como Solución al Problema de Disposición Final de los Desechos Sólidos en el Municipio Libertador y Proposición del Reciclaje Como Método para la Disminución de los Residuos a Disponer”.



### 6.1.3 El relleno sanitario La Bonanza.

Una de las primeras conclusiones a las que se llega después de estudiar dicho relleno, es que su operación pasada fue sumamente deficiente. Dicha operación es considerada mas como la operación de un vertedero controlado que como la de un relleno sanitario.

En el apartado 4.3 se enumeran los principales problemas derivados de la operación pasada del relleno, siendo uno de los más importantes la condición actual de los lixiviados, los cuales afloran del relleno y contaminaron las lagunas existentes y las aguas subterráneas de la zona.

Otro problema es la condición de los recuperadores en el relleno. Estos trabajan en condiciones infrahumanas y sin ningún tipo de control, con el consiguiente riesgo para la salud de ellos mismos y de la colectividad.

La potencial inestabilidad de las terrazas, debida a la mala compactacion de los desechos, podría ser un problema que afectaría la operación futura y el uso que se podría dar al terreno una vez concluidas las operaciones en el mismo.

Estos problemas son la consecuencia de los múltiples cambios en la administración, los cuales fueron acompañados de cambios de criterio en la operación que no permitieron mantener continuidad en la misma. La falta de presupuesto fue el otro factor que generó la operación deficiente.

Como ya se indico, el proyecto actual ofrece soluciones a algunos de estos problemas y plantea llevar a cabo una operación que cumpliría con los requisitos sanitarios y ambientales. Será necesario mantener una estricta vigilancia para verificar que la operación se realice dentro de los parámetros especificados en el proyecto.

El nuevo sistema de cobro permitirá a la empresa operadora contar con presupuesto para operar el relleno y, al tratarse de una concesión a largo plazo, es de esperar que se mantenga continuidad en la misma.

El transporte hasta el relleno de los residuos tiene actualmente un alto costo. La estación de transferencia existente, Las Mayas, es ineficiente. Si se compactase en ella la totalidad de los desechos de manera efectiva, se podría reducir el costo de transporte

significativamente. En cualquier caso, los costos de transporte siempre se verán afectados por la fuerte pendiente que los camiones deben enfrentar a su salida de Caracas. Este costo debe considerarse como una consecuencia del sitio escogido y no podrá eliminarse. Otro aspecto inherente al terreno escogido y que dificulta la operación, es manejo de las aguas de escorrentía, considerado unos de los aspectos fundamentales de la operación.

En definitiva, si se realiza una operación correcta en el relleno sanitario La Bonanza, este puede brindar una solución al problema de disposición final en el Municipio Libertador por los próximos veinte años. Esta solución sería económicamente aceptable y técnicamente viable.

## **6.2 Recomendaciones.**

En lo referente a reciclaje y disminución de la producción de desechos, la principal recomendación es aplicar programas de educación continua, para lograr la toma de conciencia de la comunidad en el problema y así conseguirlos objetivos planteados. Para ello se proponen una serie de medidas expuestas en el capítulo 5.

Si se desea mantener la recuperación manual es necesario dignificar la actividad de las personas dedicadas a ello. En el caso de La Bonanza se prevé organizar a los recolectores en una cooperativa, se recomienda estudiar la posibilidad de aplicar esta medida en el municipio Libertador con los recolectores que allí se encuentran.

Para aplicación efectiva de programas basados en las “cuatro R” es importante la creación de un ente rector municipal que promueva y coordine dichas prácticas, además de llevar datos estadísticos confiables acerca de estas actividades.

Con el objeto de evitar que se produzca una situación similar a la actual en el relleno sanitario de La Bonanza, se recomienda una supervisión constante de la operación por parte del ente otorgante de la concesión. Para llevar a cabo esta supervisión será necesario contar con la asesoría de profesionales expertos en la materia.

Es necesario realizar estudios de caracterización de los desechos en los municipios del área metropolitana. Debido a la naturaleza de estos estudios, bien

podrían constituir trabajos de grado para estudiantes; se sugiere solicitar la colaboración de universidades en este aspecto.

Debido al estado actual y capacidad de la estación de transferencia de Las Mayas, se recomienda la instalación de nuevas estaciones de transferencia, así como el uso de camiones de transporte diseñados para largos recorridos, por parte de los municipios que realizan el acarreo de desechos hasta el sitio de disposición final con los mismos camiones recolectores.

Es recomendable también, evaluar áreas donde operar nuevos rellenos. El primer motivo es la necesidad de contar con nuevos rellenos sanitarios una vez que La Bonanza llegue al final de su vida útil. Además, si se cuenta con otros rellenos en funcionamiento, la vida útil del actual se verá incrementada y se contará con una solución en el caso de que una emergencia impida disponer los desechos en La Bonanza. Una vez más, las universidades podrían colaborar en estos estudios.

Por último, se recomienda la realización de nuevos trabajos en temas relacionados, para así tratar de mejorar la situación actual del problema de disposición final de desechos sólidos.

## Bibliografía.

---

- [1]\_Agelvis, R; Naranjo, H; Rincones, M; Sánchez, R: "Proposición de una Metodología para el Diseño, Operación, Control y Mantenimiento de Rellenos Sanitarios en Venezuela". Trabajo Especial de Grado, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 1994.
- [2]\_Asapchi, José: "Guías de Saneamiento Ambiental". Capítulo 13. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. s/f.
- [3]\_Asociación Para la Defensa del Ambiente y la Naturaleza: "Basura Municipal, Manual de Gestión Integrada". ADAN. Caracas. 1994.
- [4]\_Cardinale, Pablo: "Análisis de Ciclo de Vida: Una Herramienta de Gerencia Ambiental". Instituto de Estudios Superiores de Administración (I.E.S.A.). Revista Debates I.E.S.A, p 34-38. Caracas. Abril - Julio, 1998.
- [5]\_Comisión de Basuras Domiciliarias y Limpieza de Ciudades de la A.G.H.T.M: "Técnicas de Higiene Urbana". Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, España. 1977.
- [6]\_Cordeiro, José Luis: "El Desafío Latinoamericano". McGraw-Hill. Colombia. 1998.
- [7]\_Freeman, Harry: "Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal". McGraw-Hill. New York. U.S.A. 1996.
- [8]\_González, Adriana; Perrone, Luís: "Ecología para Vecinos". Sidetur. Caracas. 1994.
- [9]\_Gobernación del Distrito Federal: "Compilación de Obras Sobre Reciclaje". Gobernación del Distrito Federal. Caracas. s/f.
- [10]\_Henriquez La Roche, Ricardo: "Universidad del Saber". El Universal, p 1-4. 17/09/98.
- [11]\_Jaramillo, Jorge: "Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios manuales". Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C. U.S.A. 1991.
- [12]\_López Garrido, Jaime; Perreira Martínez, José; Vidal, Francisco: "Basura Urbana, Recogida, Eliminación y Reciclaje". Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona, España. 1975.
- [13]\_Lund, Herber F: "Manual McGraw-Hill de Reciclaje". McGraw-Hill. Caracas. 1996.

## Definiciones de términos.

---

- **Biogas:** Es el gas producto de la descomposición de los desechos dispuestos en rellenos sanitarios. Está compuesto principalmente por gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Presenta trazas de gases malolientes como el ácido sulfídrico y el amoníaco.
- **Celda diaria:** Unidad de trabajo de un relleno sanitario. Está conformada por los desechos dispuestos en un día y su capa de cobertura.
- **Cobertura diaria:** Capa que cubre los desechos depositados durante un día de operación en un relleno sanitario. Esta capa suele ser de tierra compactada, aunque en algunos casos se usan geotextiles.
- **Compactación:** Incremento de la densidad de los desechos. Es un proceso intermedio y forma parte de la operación de un relleno.
  - **Compostaje:** Es un proceso intermedio en el que se aprovecha la digestión de los desechos putrescibles para la fabricación de un acondicionador de suelos. Este producto es comercializable pero en casi todos los casos, el costo de producción es mayor al de comercialización.
- **Desechos peligrosos:** Todo desecho que implica un riesgo directo para la salud. Entre los desechos peligrosos se encuentran los desechos hospitalarios y los materiales tóxicos.
- **Desechos sólidos:** Todo residuo sólido o semi-sólido proveniente de la actividad humana, pudiendo los mismos tener algún valor comercial. Se incluyen en esta definición los desperdicios alimentarios, envoltorios, envases, papeles y residuos industriales entre otros.
- **Desmenuzamiento:** Proceso intermedio que tiene por finalidad reducir el tamaño de los componentes más grandes de los desechos sólidos, para obtener partículas de menores dimensiones, además de provocar pérdidas del agua de interposición y del agua de composición.
- **Disposición final:** Última actividad operacional del servicio de aseo urbano, mediante la cual los desechos son descargados en forma definitiva.

67

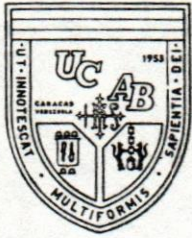
---

inconvenientes de los mismos. Los sistemas de tratamiento también entran en esta definición.

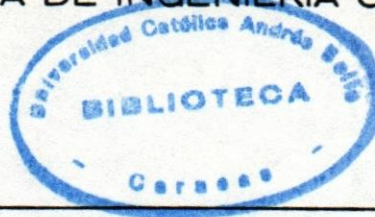
- **Reciclaje:** Uso de materiales desechados como materia prima en la actividad industrial.
- **Recuperación:** Extraer de los desechos sólidos los materiales aprovechables como papel, aluminio, vidrio, etc.

68

TESIS  
IC998  
L3  
V.2J



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**ESTUDIO DE LA BONANZA COMO SOLUCION AL  
PROBLEMA DE DISPOSICION FINAL DE LOS  
DESECHOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO  
LIBERTADOR.**

**(ANEXOS)**

REALIZADO POR

**Br. Oscar Lage.  
Br. Mateo Lesizza.**

PROFESOR GUIA

**Ing. Sergio Arcetti.**

FECHA

**Octubre, 1998.**

# INDICE

ANEXO 1	.....	DATOS DE PRODUCCION EN DISTINTAS REGIONES
ANEXO 2	.....	DATOS DE PRODUCCION DEL MUNICIPIO LIBERTADOR
ANEXO 3	.....	FOTOGRAFIAS DE LA BONANZA
ANEXO 4	.....	DIAGRAMAS DE OPERACION DEL PROYECTO ACTUAL
ANEXO 5	.....	PLANOS DE EVOLUCION DEL PROYECTO ACTUAL
ANEXO 6	.....	POSIBLES FORMATOS PARA COMPARAR Y EVALUAR PARTE DE LOS DATOS RECOLECTADOS EN SITIOS ESTUDIADOS COMO POTENCIALES PARA LA OPERACION DE RELLENOS SANITARIOS

# ANEXO 1

DATOS DE PRODUCCION  
EN  
DISTINTAS REGIONES



**CUADRO # 1**  
**Composición de los residuos (% en peso) en diversos países**

País	Cartón y Papel	Metales	Vidrio	Textiles	Plásticos	Orgánicos	Otros
Suecia	44.0	7.0	5.0	-	10.0	-	34.0
Est. Unidos	36.0	9.2	9.8	2.1	7.2	26.0	9.7
Japón	40.0	2.5	1.0	-	7.0	-	49.5
México	20.0	3.2	8.2	4.2	6.1	43.0	27.1
Costa Rica	19.0	-	2.0	-	11.0	58.0	10.0
El Salvador	18.0	0.8	0.8	4.2	6.1	43.0	27.1
Perú	10.0	2.1	1.3	1.4	3.2	50.0	32.0
India	2.0	0.1	0.2	3.0	1.0	75.0	18.7

Fuente : Bibliografía [14]

**CUADRO # 2**  
**Generación per cápita en algunas ciudades y países**

Ciudades o Países	Producción (kg/h/d)
México D.F.	1.000
Buenos Aires	1.000
Río de Janeiro	0.900
San José	0.740
San Salvador	0.680
Tegucicalpa	0.520
Lima	0.500
Estados Unidos	1.500
Japón	1.000
Holanda	1.300

Fuente : Bibliografía [14]

## ANEXO 2

DATOS DE PRODUCCION  
DEL  
MUNICIPIO LIBERTADOR

## CUADRO # 1

### Producción diaria de desechos por municipio.

MUNICIPIOS.	TONELADAS DIARIAS.	PORCENTAJE.
Libertador.	2.269,50	55,48
Sucre.	901,17	22,03
Baruta.	461,85	11,29
Chacao.	212,32	5,19
El Hatillo.	123,12	3,01
Tuy medio.	122,72	3,00
Total.	4090.68	100,00

Fuente: MANCOSER, 1998.

## CUADRO # 2

### Población en zona de barrios.

Municipio.	Total habitantes.	En Barrios.	Porcentaje. (%)
Libertador.	1.823.222	752.280	41,3
Sucre.	500.858	267.307	53,4
Chacao.	66.897	10.001	14,9
Baruta.	249.115	52.062	21,1
El Hatillo.	45.799	3.273	7,1

Fuente: O.C.E.I., censo 1990.

## CUADRO # 3

### Evolución de la generación per cápita en el área metropolitana Estimados de la OCEI

Año	Producción (kg/h/d)
1995	1.14
1996	1.24
1997	1.34

Fuente: O.C.E.I., censo 1990.

### CUADRO # 4

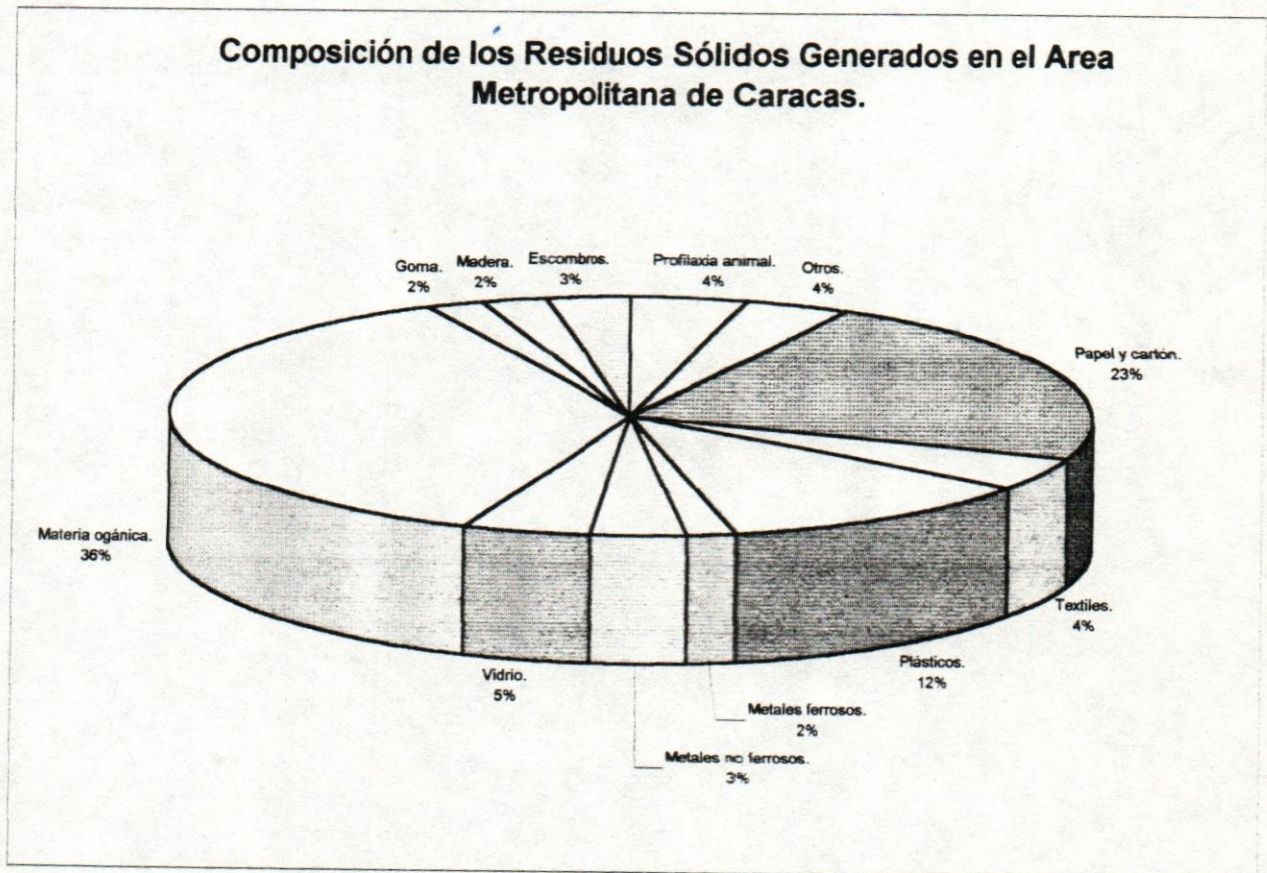
#### Evolución de la generación per cápita en el área metropolitana Estimados de la OCEI

Año	Producción (kg/h/d)
1995	1.14
1996	1.24
1997	1.34

Fuente: O.C.E.I., censo 1990

### GRAFICO # 1

#### Composición de los Residuos Sólidos Generados en el Area Metropolitana de Caracas.



# ANEXO 3

FOTOGRAFIAS  
DE  
LA BONANZA



FOTO # 1  
Vista general del frente de trabajo



FOTO # 2  
Vista del frente de trabajo



FOTO # 3  
Recuperadores en el frente de trabajo



FOTO # 4  
Talud erosionado por la afloración de lixiviados



FOTO # 5  
Terrazas terminadas.



FOTO # 6  
Tuberías de CORPOVEN en el terreno.



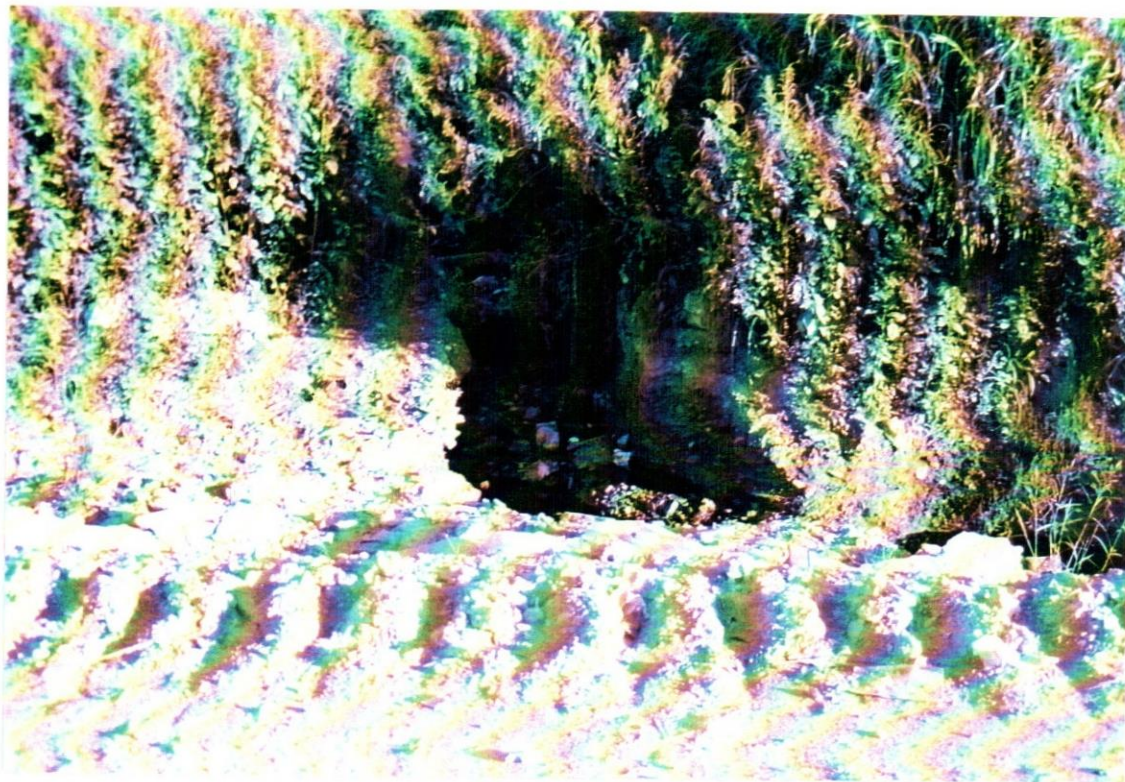


FOTO # 7  
Zanjas de drenaje contaminadas con lixiviados.



FOTO # 8  
Derrumbe en la zona Sur.



FOTO # 9  
Descarga de la tubería recolectora de lixiviados.

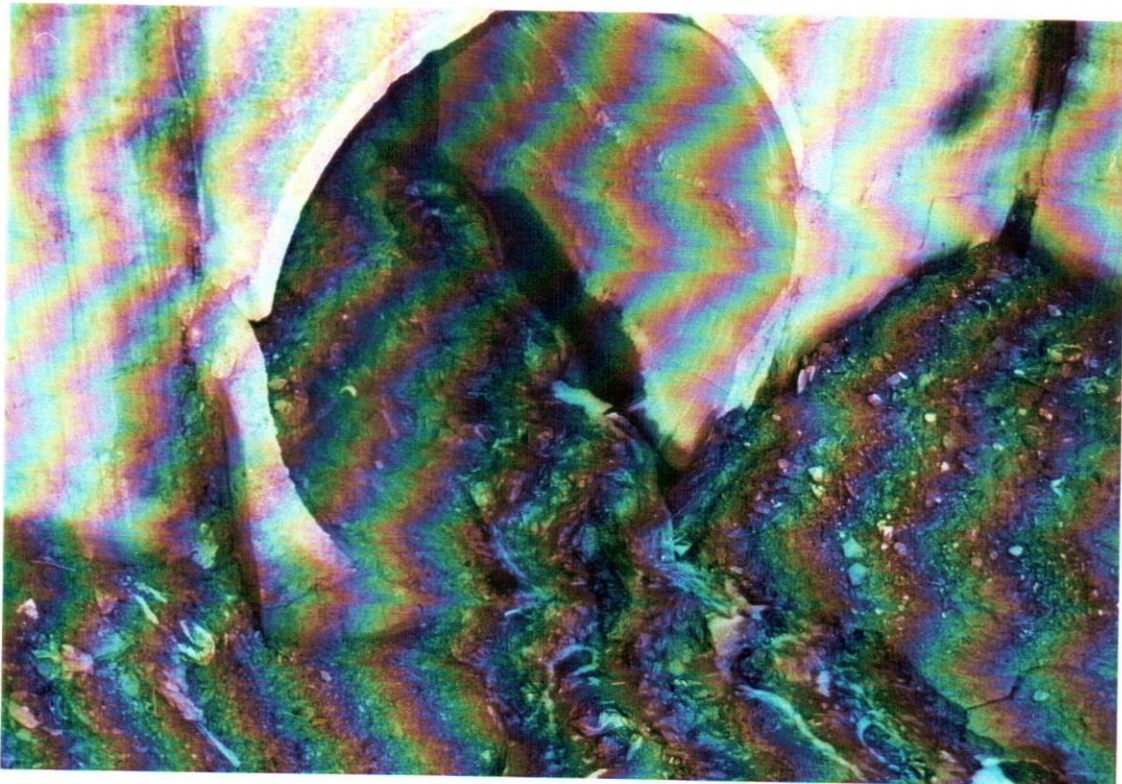


FOTO # 10  
Tubería recolectora de lixiviados obstruida.

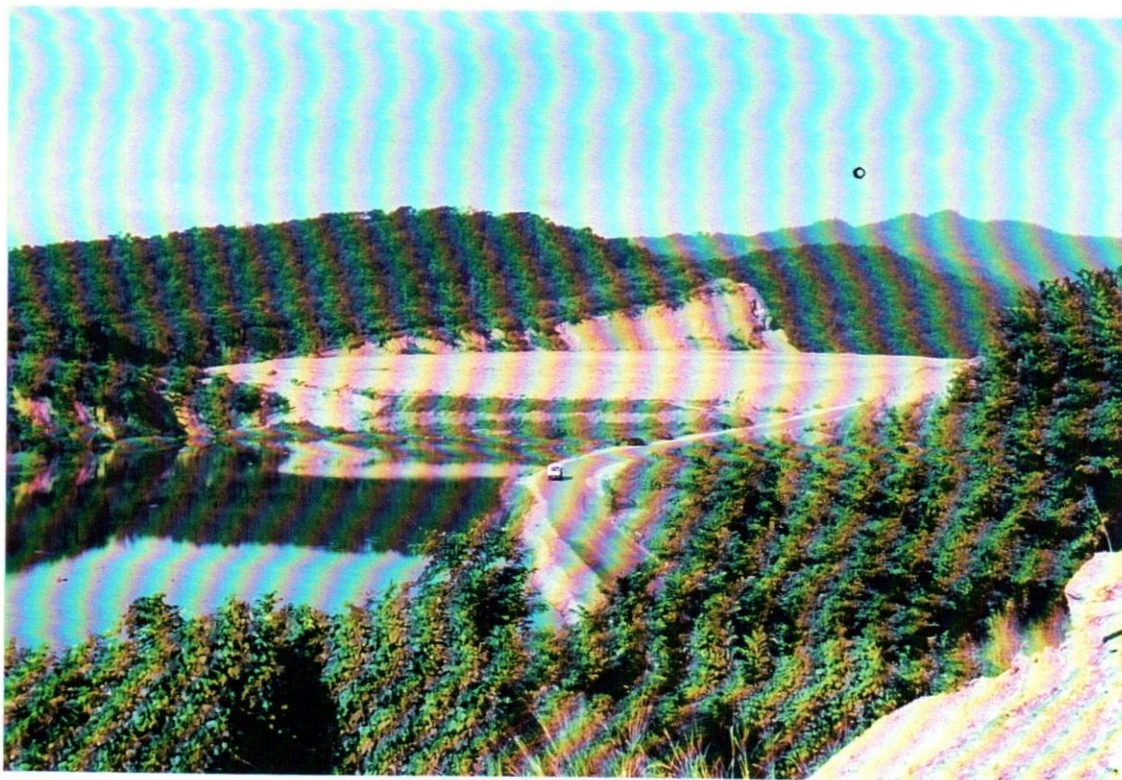


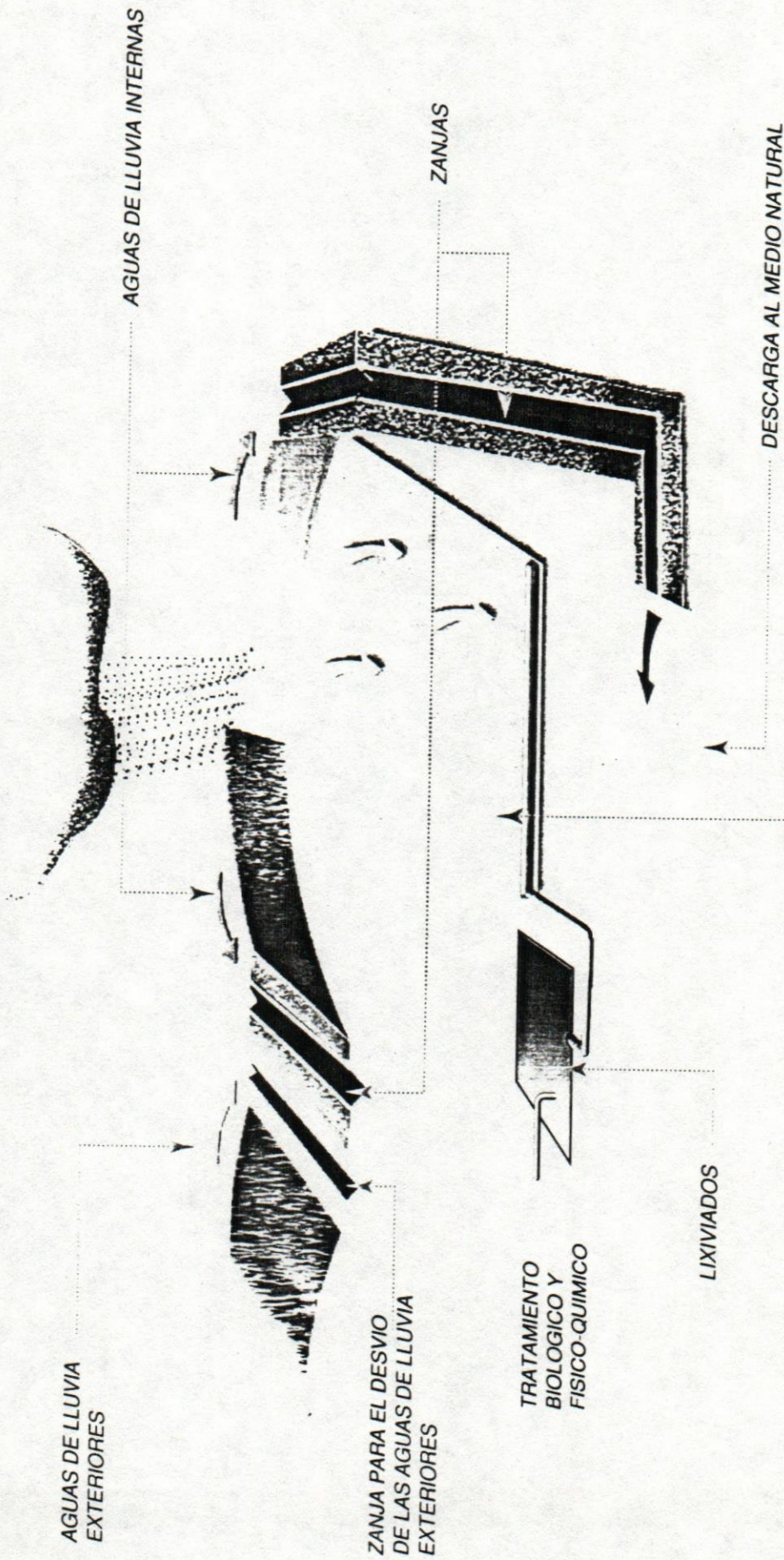
FOTO # 11  
Laguna Este



FOTO # 12  
Laguna Oeste

# ANEXO 4

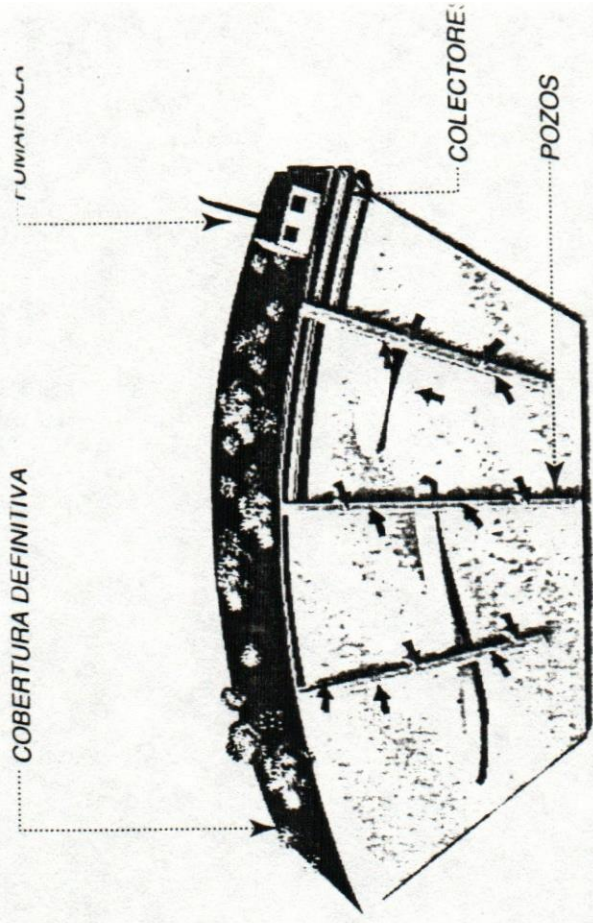
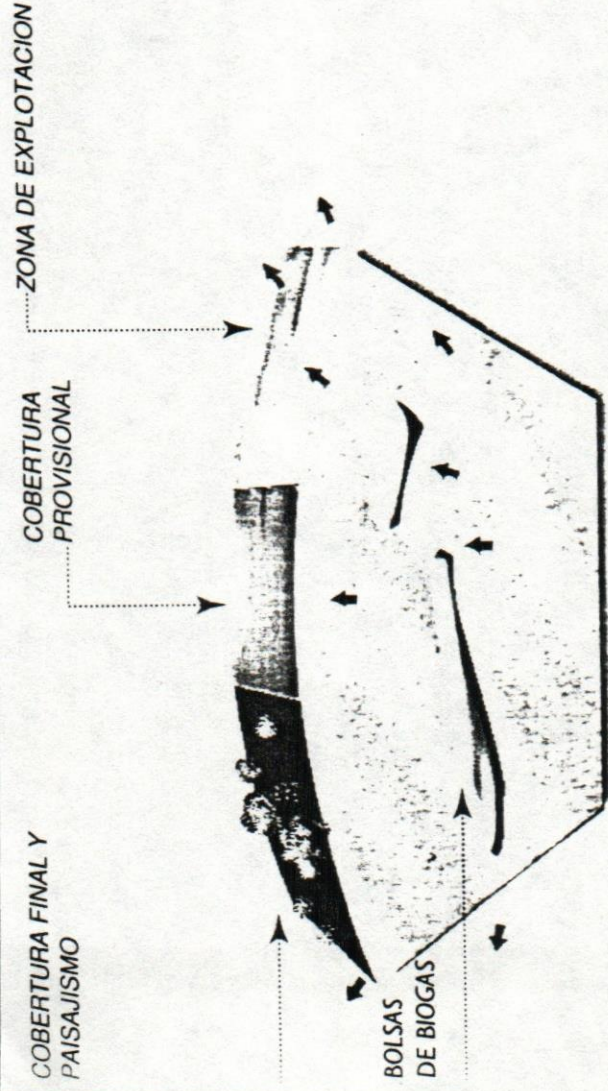
## DIAGRAMAS DE OPERACION DEL PROYECTO ACTUAL



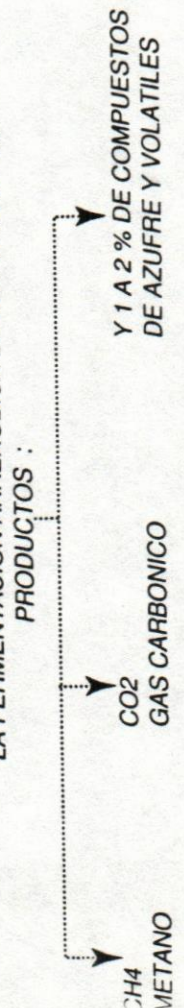
EL AGUA SE CONTAMINA QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICAMENTE CUANDO PERCOLA A TRAVÉS DE LOS DESECHOS

RELLENO SANITARIO LA BONANZA

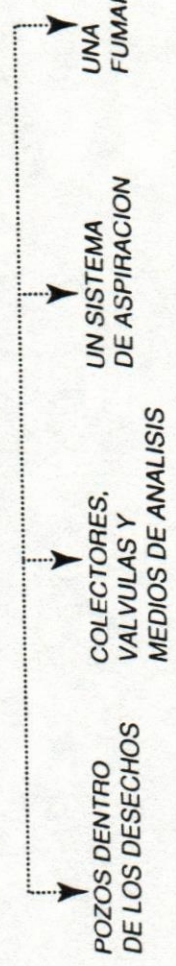
DIAGRAMA DEL MANEJO DE LAS AGUAS DE LLUVIA



LA FERMENTACION ANAEROBICA DE LOS DESECHOS



RED COLECTORA DEL BIOGAS COMPRENDE :



SI NO CAPTANO EL GAS QUE ES MAS LIGERO QUE EL AIRE, EL SE ESCAPA CREANDO EL INCONVENIENTE DE LOS MALOS ODORES Y ELIMINAMOS LA POSIBILIDAD DE SU VALORIZACION.

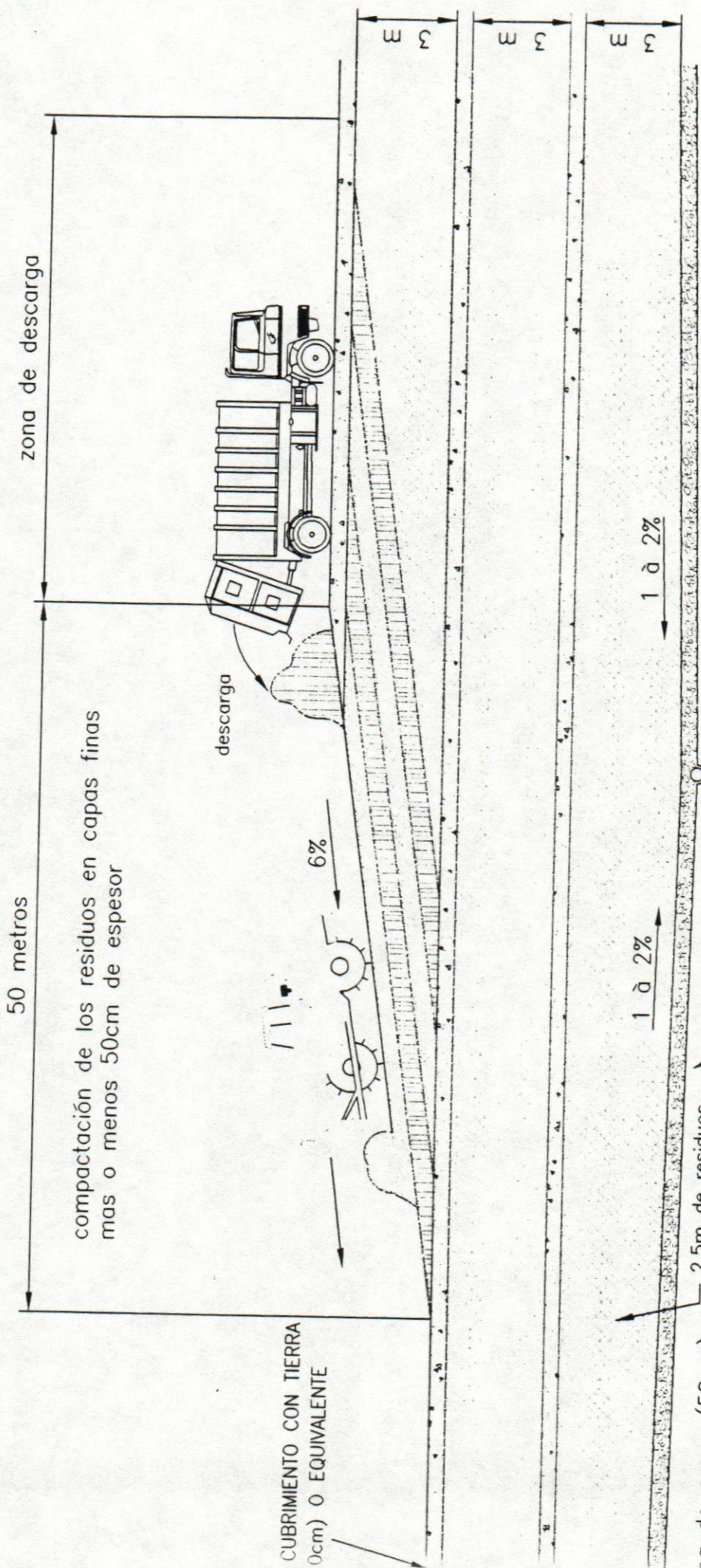
Y UN MONITOREO DE LA RED PARA OPTIMIZAR LA CAPTACION



RELLENO SANITARIO LA BONANZA

DIAGRAMA DE CAPTACION DEL BIOGAS

# FRENTE DE VERTIDO DE LOS RESIDUOS (COMPACTACION OPTIMA)



colector de lixiviados inclinado entre 2 y 5%

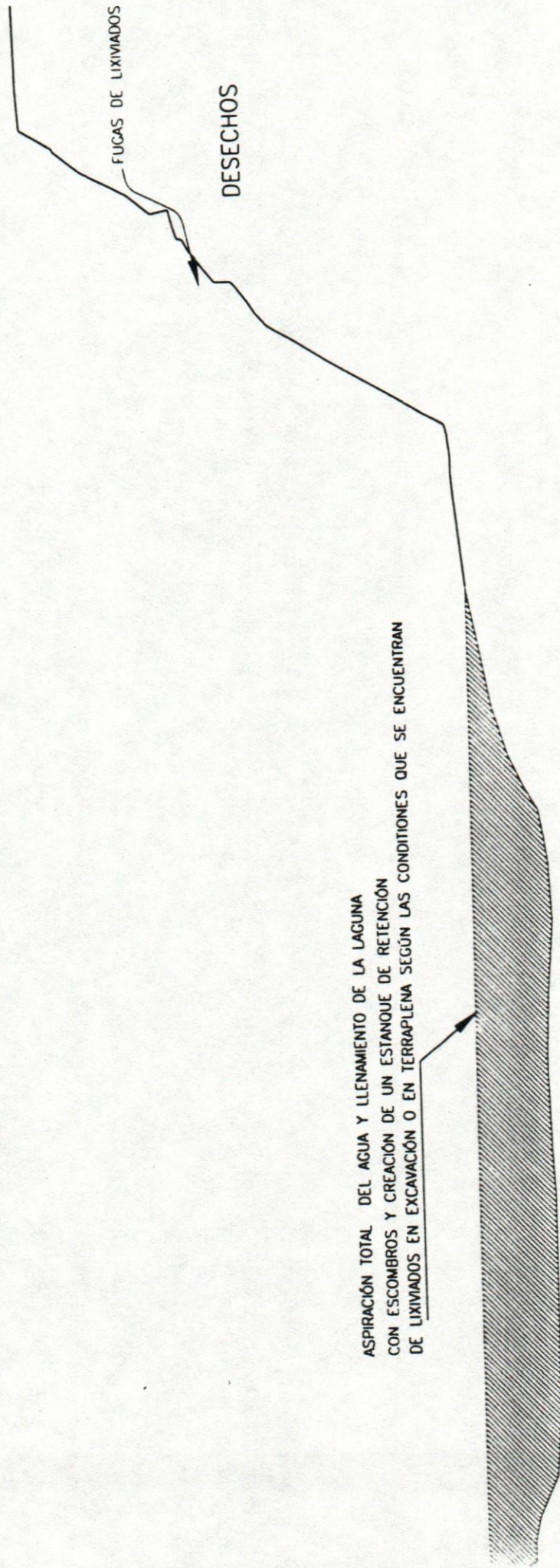
diseño del fondo de vertedero  
facilitando el desague de los lixiviados a los colectores principales

2.5m de residuos muy compactados



SU GARANTIA EN SANLAMIENTO AMBIENTAL

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TALUDES QUE DOMINAN LA LAGUNA ESTE

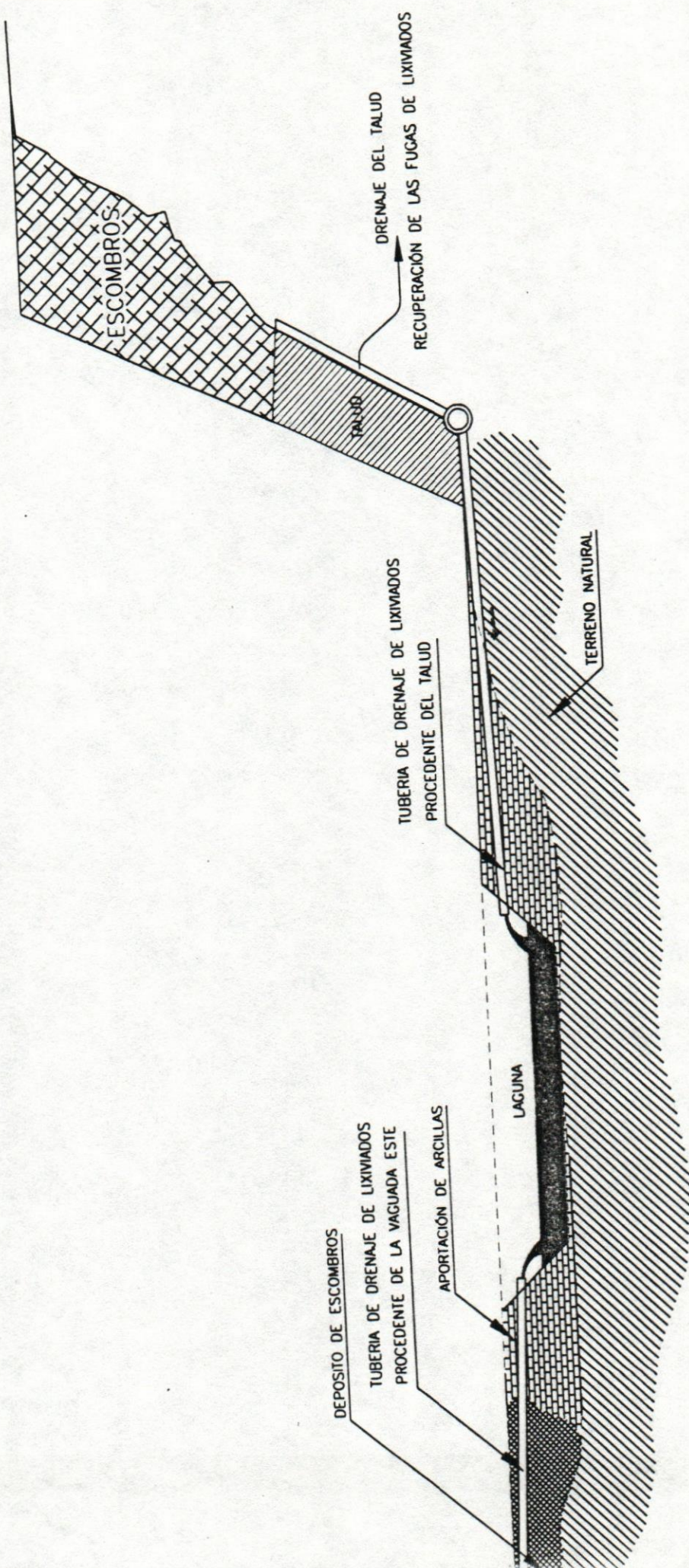


ASPIRACIÓN TOTAL DEL AGUA Y LLENAMIENTO DE LA LAGUNA  
CON ESCOMBROS Y CREACIÓN DE UN ESTANQUE DE RETENCIÓN  
DE LIXIVIADOS EN EXCAVACIÓN O EN TERRAPLENA SEGÚN LAS CONDICIONES QUE SE ENCUENTRAN



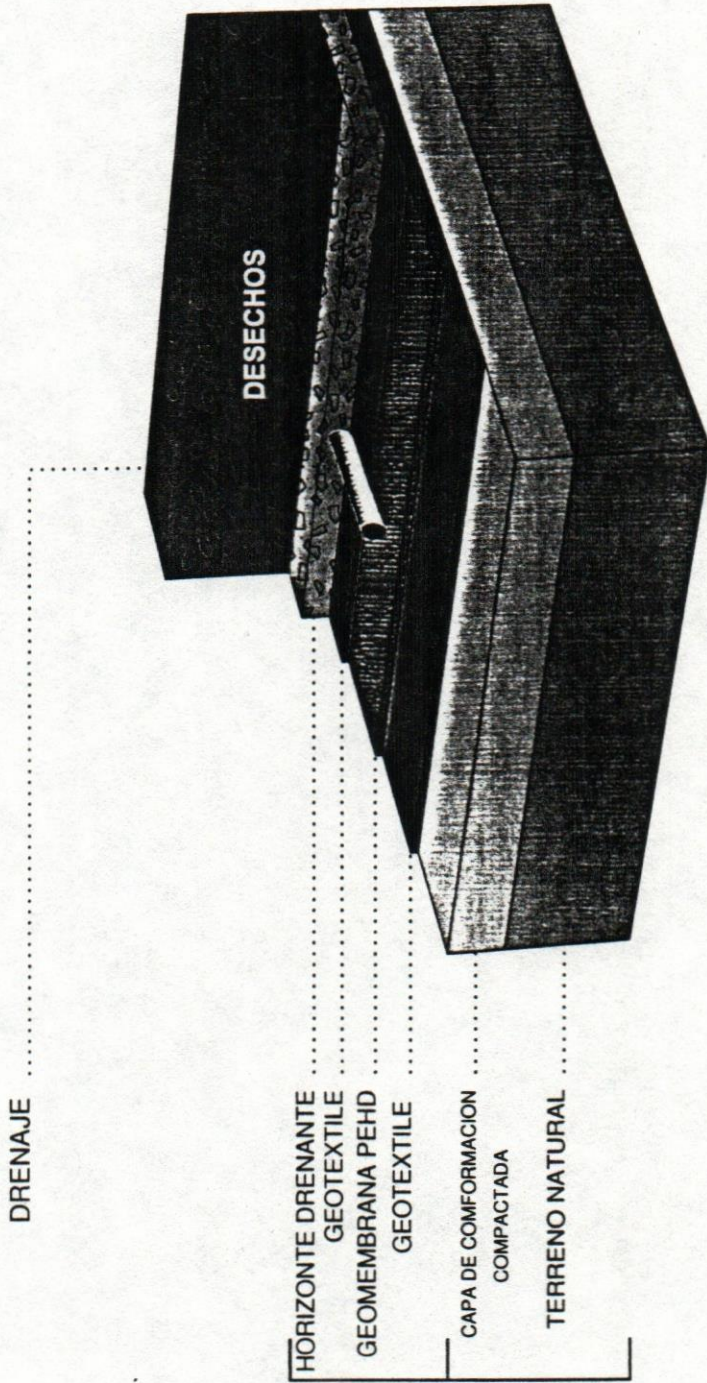


TALUDES QUE DOMINAN LA LAGUNA ESTE  
SITUACIÓN DESPUES DE LA CONSOLIDACIÓN



SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

**DIAGRAMA DE DRENAJE Y DEL COMPUESTOS GEOSINTETICO  
SOBRE EL FONDO DE LA CELDA**



ARRERA DE  
URIDAD ACTIVA

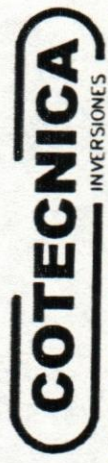
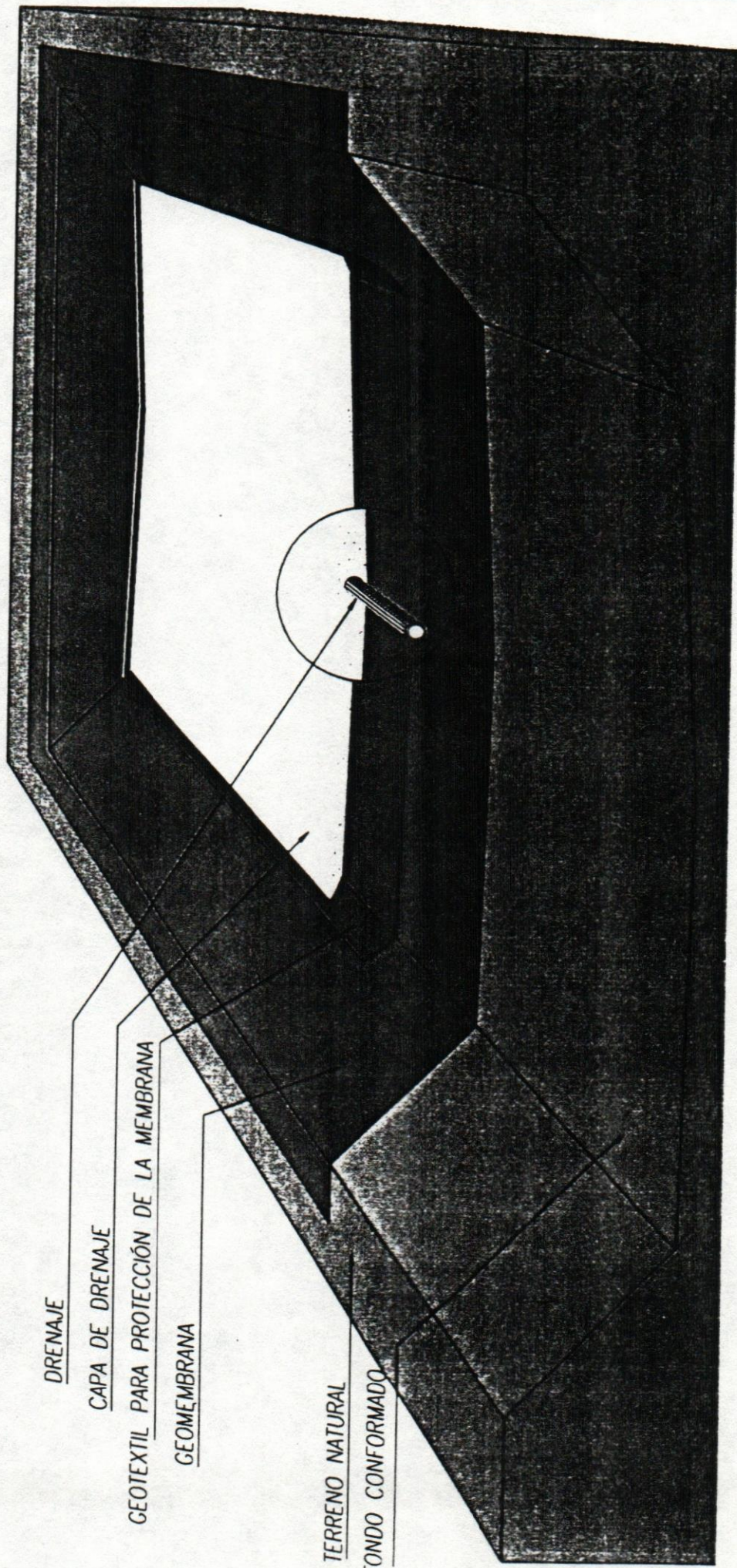
ARRERA DE  
URIDAD PASIVA



RELLENO SANITARIO LA BONANZA

**DIAGRAMA DE DRENAJE Y  
DEL COMPUESTOS GEOSINTETICO**

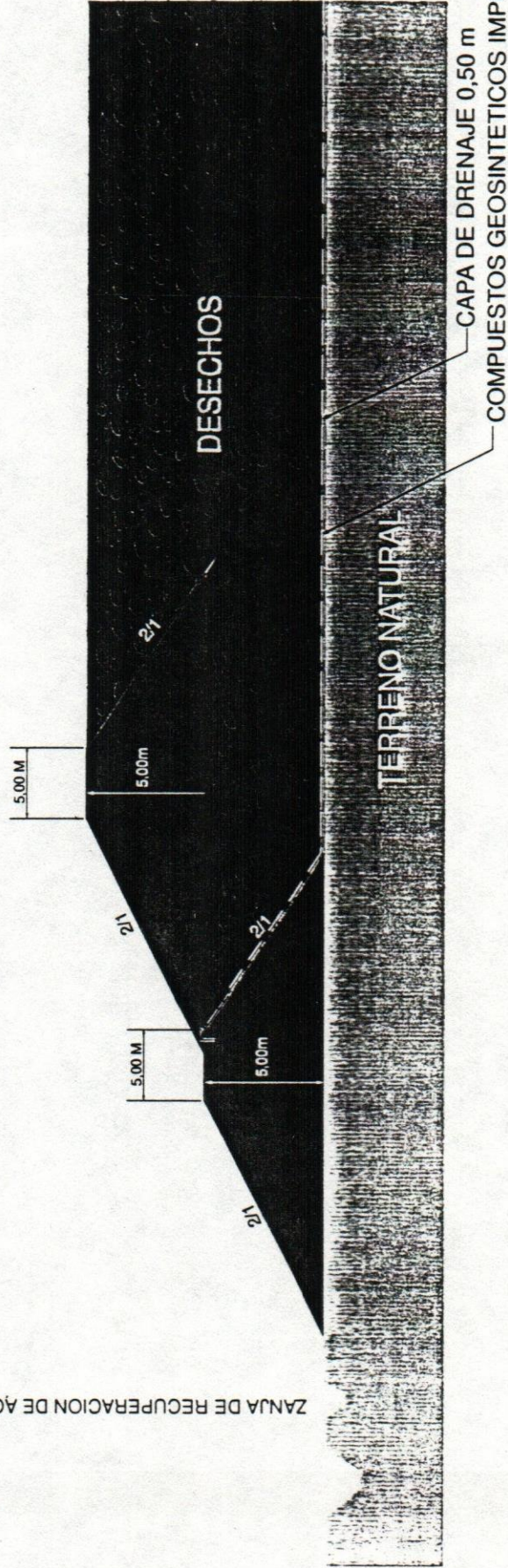
PRINCIPIO DE LA IMPERMEABILIZACIÓN ACTIVA DE LAS CELDAS



SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

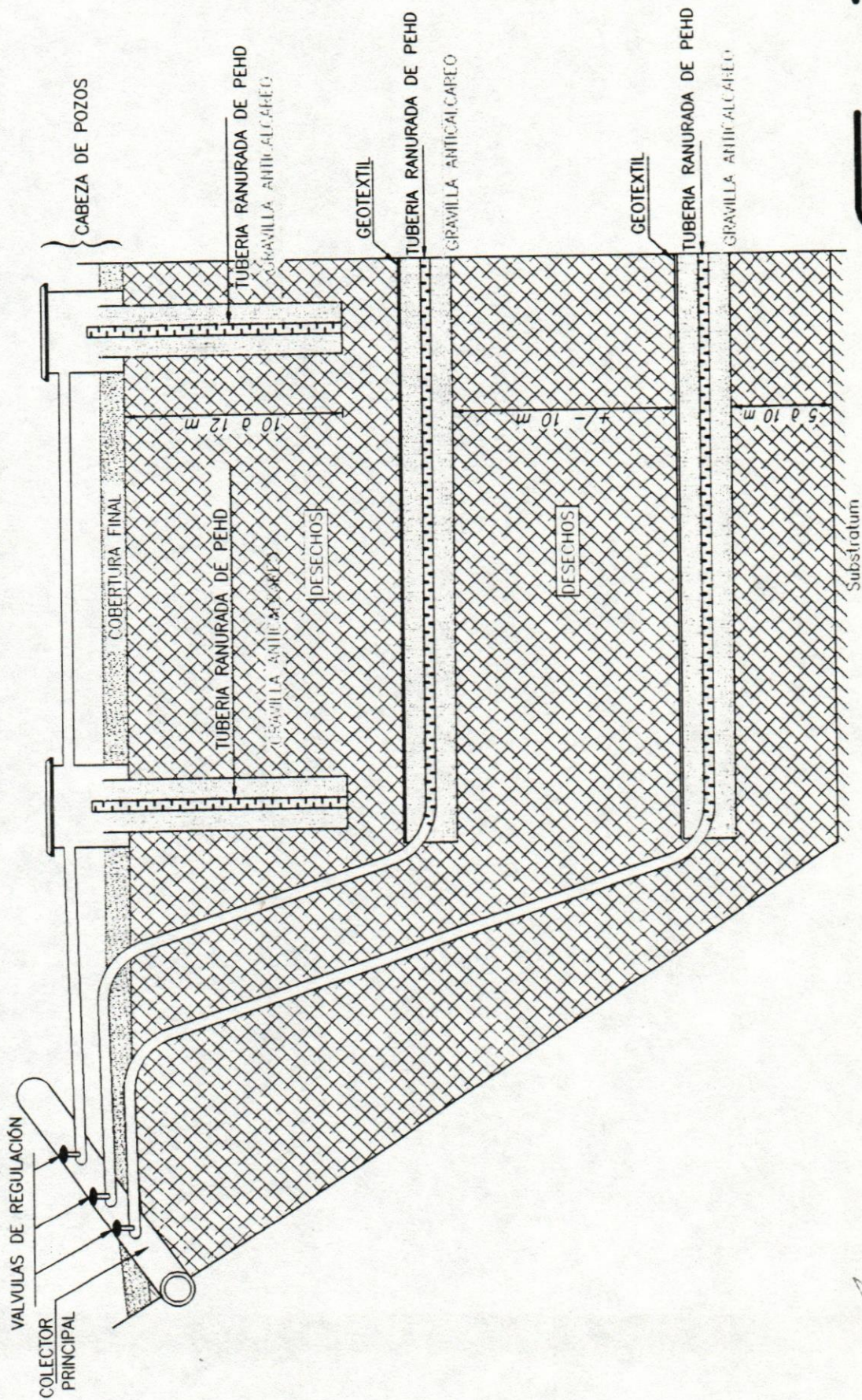
# CORTE DEL DISEÑO DEL TALUD PERIFERICO

ZANJA DE RECUPERACION DE AGUAS LLUVIA INTERNAS



RELLENO SANITARIO  
LA BONANZA

# SISTEMA DE CAPTACIÓN MIXTO

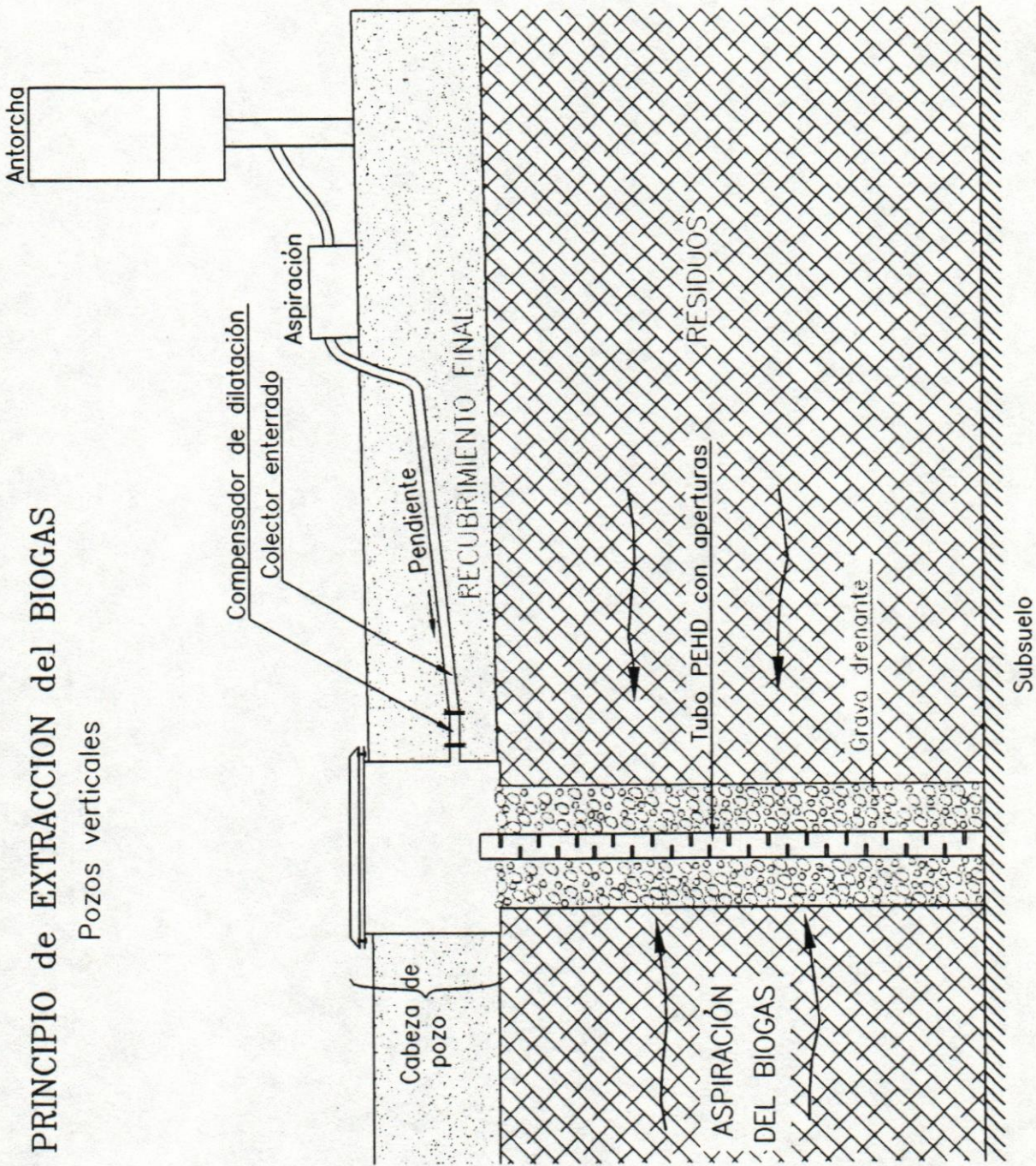


**COTECNICA**  
INVERSIONES

SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

# PRINCIPIO de EXTRACCION del BIOGAS

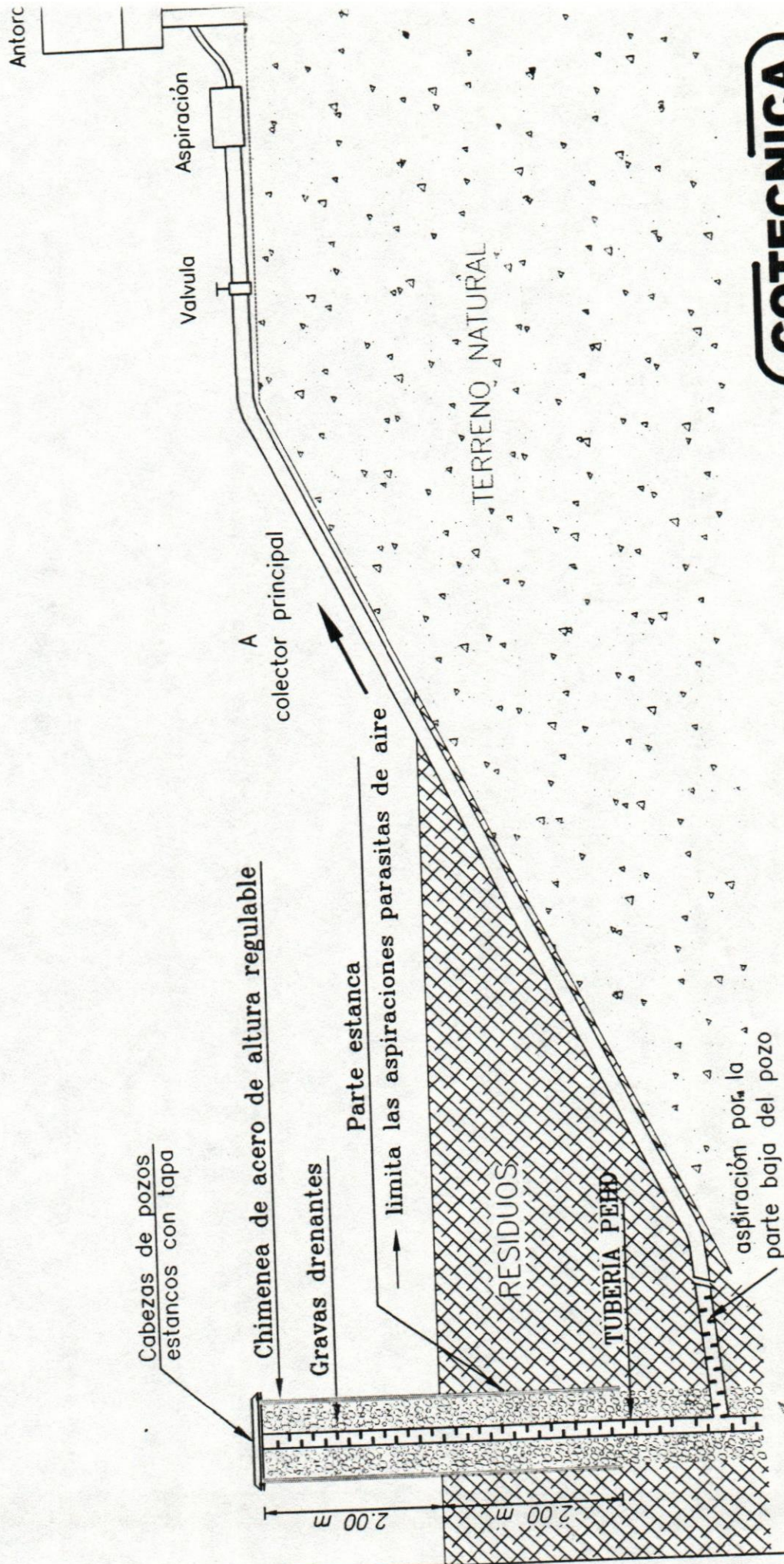
Pozos verticales



**COTECNICA**  
INVERSIONES

SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

# DESGASIFICACION DURANTE LA EXPLOTACION ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO



**COTECNICA**  
INVERSIONES

SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

**DISPOSITIVO DE COBERTURA FINAL**

GEOTEXTIL DE DRENAJE Y  
GEOSINTETICO BENTONITICO

.....CAPA VEGETAL (30cm)

CONFORMACION (30 cm)

DESECHOS.....



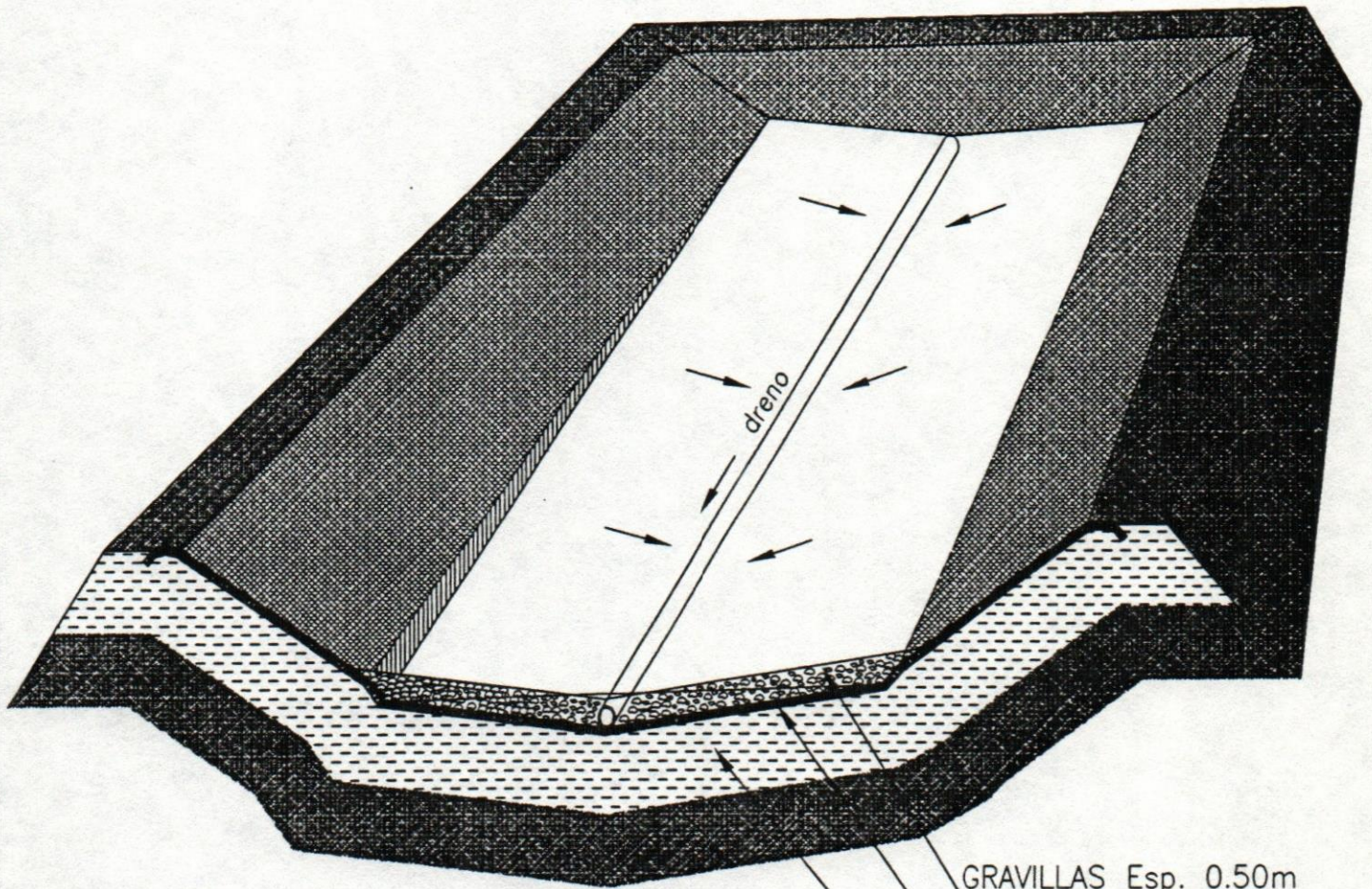
RELLENO SANITARIO LA BONANZA

DISPOSITIVO DE COBERTURA FINAL



# PREPARACIONES DE LAS CELDAS

## ESQUEMA DEL PRINCIPIO



GRAVILLAS Esp. 0.50m

GEOMEMBRANA  
+ GEOTEXILES

TERRENO NATURAL

NIVELADO Y COMPACTADO



SU GARANTIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

**FICHA No. 22**

**CRONOGRAMA INDICATIVO DE LA OPERACIÓN**

Se organizará la transición entre la operación actual y la futura como a continuación se precisa:

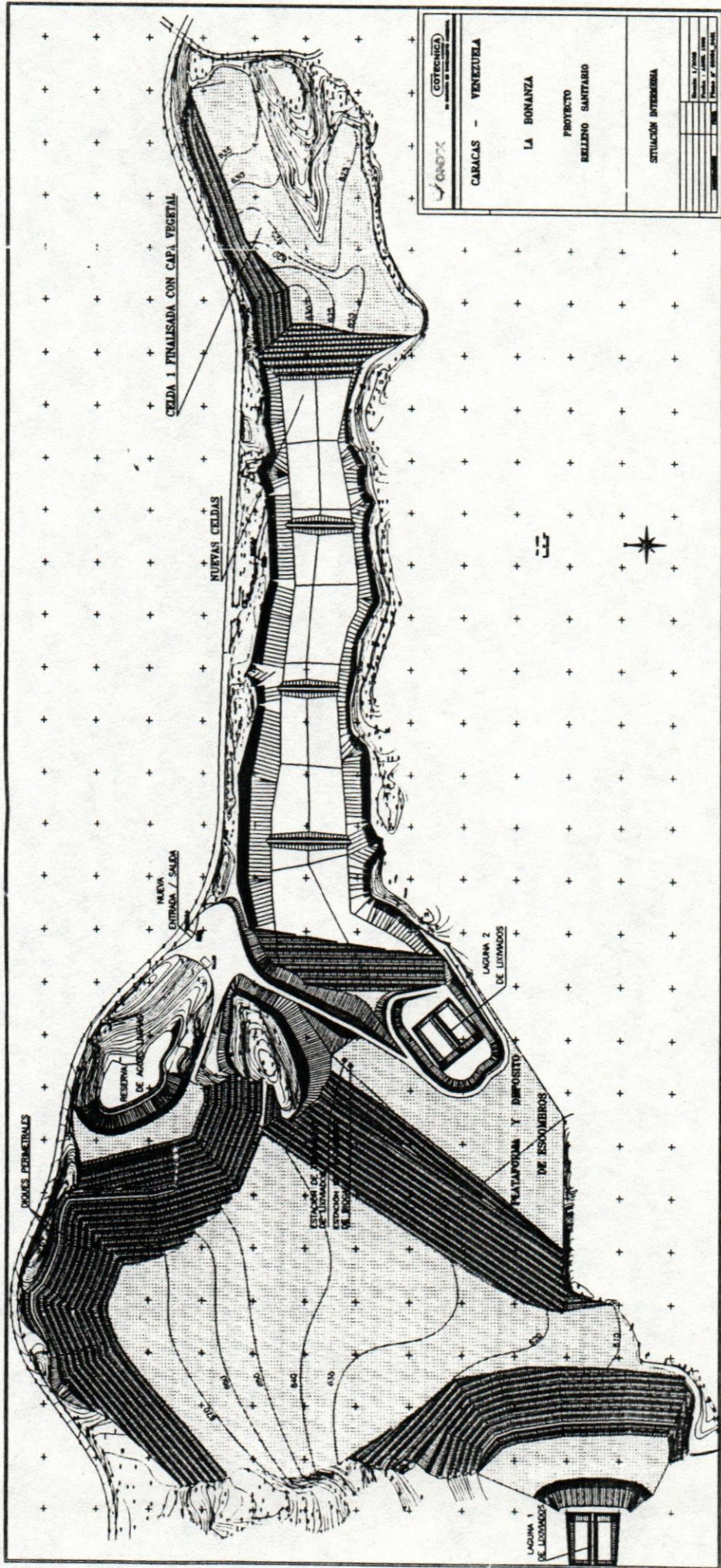
FASE	DESCRIPCION	PLAZO
1	<p>Obras de adaptación y de rehabilitación incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Refuerzo de los taludes actuales,</li> <li><input type="checkbox"/> Remodelación con residuos en la zona operativa de hoy; explotación por celdas y microceldas,</li> <li><input type="checkbox"/> Desviación de las aguas de lluvias, (construcción de zanjas),</li> <li><input type="checkbox"/> Inicio del saneamiento de la laguna este (n°2),</li> <li><input type="checkbox"/> Creación da la laguna oeste (n°1) para la recuperación de los lixiviados con la instalación de la primera parte del proceso del tratamiento biológico.</li> </ul> <p>En paralelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Preparación e impermeabilización de la primera celda (vaguada este),</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción de la plataforma de descarga y de selección de los residuos comerciales e industriales.</li> </ul>	± 1° año
2	<p>Explotación simultanea de la zona actual en el transcurso de la remodelación y de la celda n°1 de la vaguada este.</p> <p>En paralelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Preparación e impermeabilización de la segunda celda (vaguada este),</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la futura entrada/salida,</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción de la laguna este (n°2) e instalación de la segunda fase del proceso del tratamiento biológico.</li> </ul>	1° y 2° año


CGEA

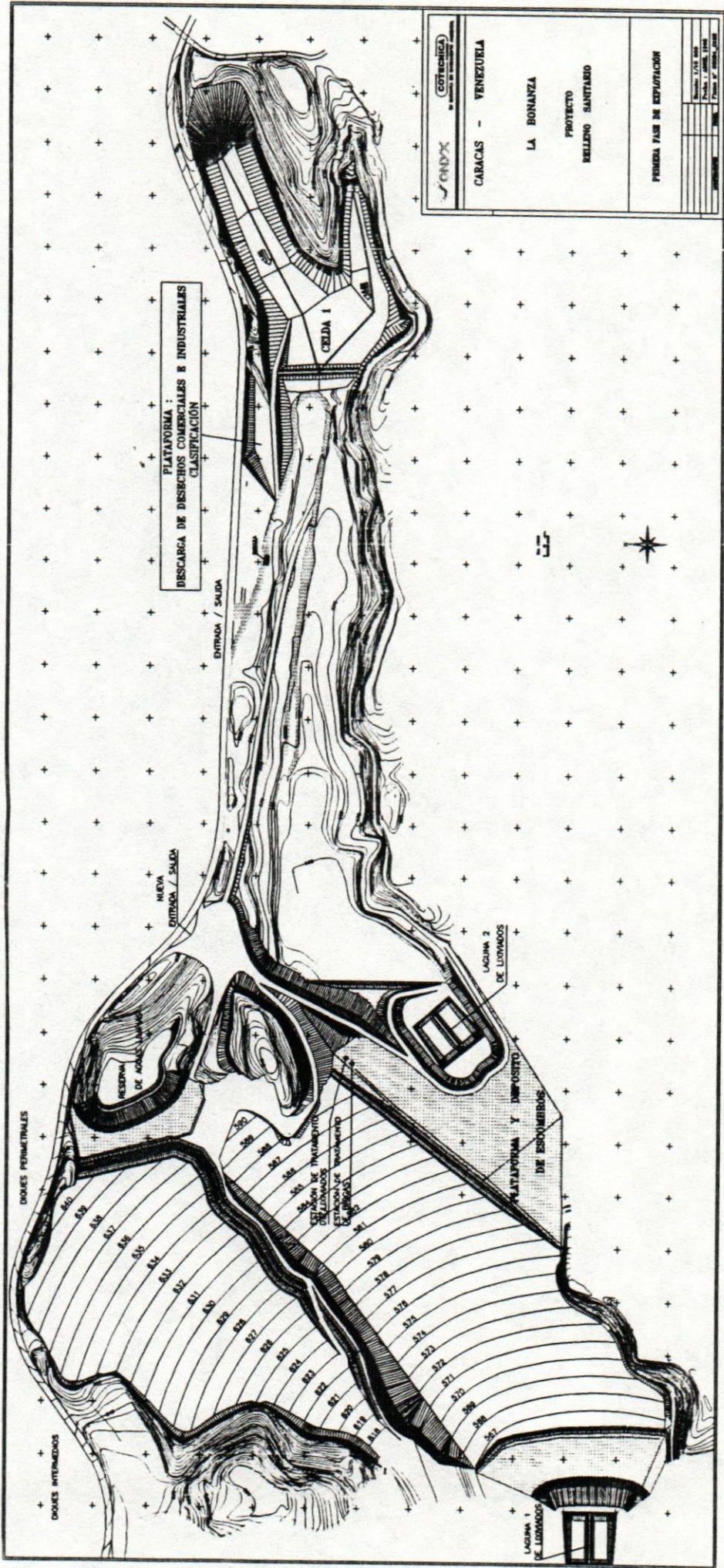
FASE	DESCRIPCION	PLAZO
3	Al terminar las obras de rehabilitación transferimos la explotación en la vaguada este.	1° y 2° año
4	Explotación de la vaguada este por fracciones con acondicionamiento progresivo del terraplén. Apertura de la nueva entrada/salida.	Del año 2 a 7
5	Preparación e impermeabilización de las primeras celdas a operar en realce, conformada y asentada de la zona operativa actual.	Del año 2 a 7
6	Cierre total de la vaguada este y transferencia de la explotación en la parte de realce rehabilitada de la zona operativa actual.	Del año 8 a 20
7	Explotación de la parte en elevación de la zona operativa actual por celda con acondicionamiento progresivo hasta la curva de nivel final.	Del año 8 a 20
8	Cierre del relleno sanitario de La Bonanza.	Año 20

# ANEXO 5

PLANOS DE EVOLUCION  
DEL  
PROYECTO ACTUAL



 <b>COTECNICA</b> <small>CONSEJO VENEZOLANO DE INGENIEROS CIVILES</small>	
CARACAS - VENEZUELA	
LA BONANZA	
PROYECTO	
RELLENO SANITARIO	
SITUACION INTERMEDIA	
Escala: 1/1000 Fecha: 1/1984 Proyecto: 1/1984	Hoja: 1 Total: 1



DOCKS PERIMETRALES

DOCKS INTERMEDIOS

RESERVA DE AGUA

NIEVA ENTRADA / SALIDA

ENTRADA / SALIDA

ESTACION DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS  
ESTACION DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

PLATAFORMA Y DEPÓSITO DE ESCOMBROS

LAGUNA 2 DE LIXIVIADOS

LAGUNA 1 DE LIXIVIADOS

PLATAFORMA :  
DISCARGA DE RESIDUOS COMERCIALES E INDUSTRIALES  
CLASIFICACION

CELDA I

COTECNICA  
CORPORACION VENEZOLANA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

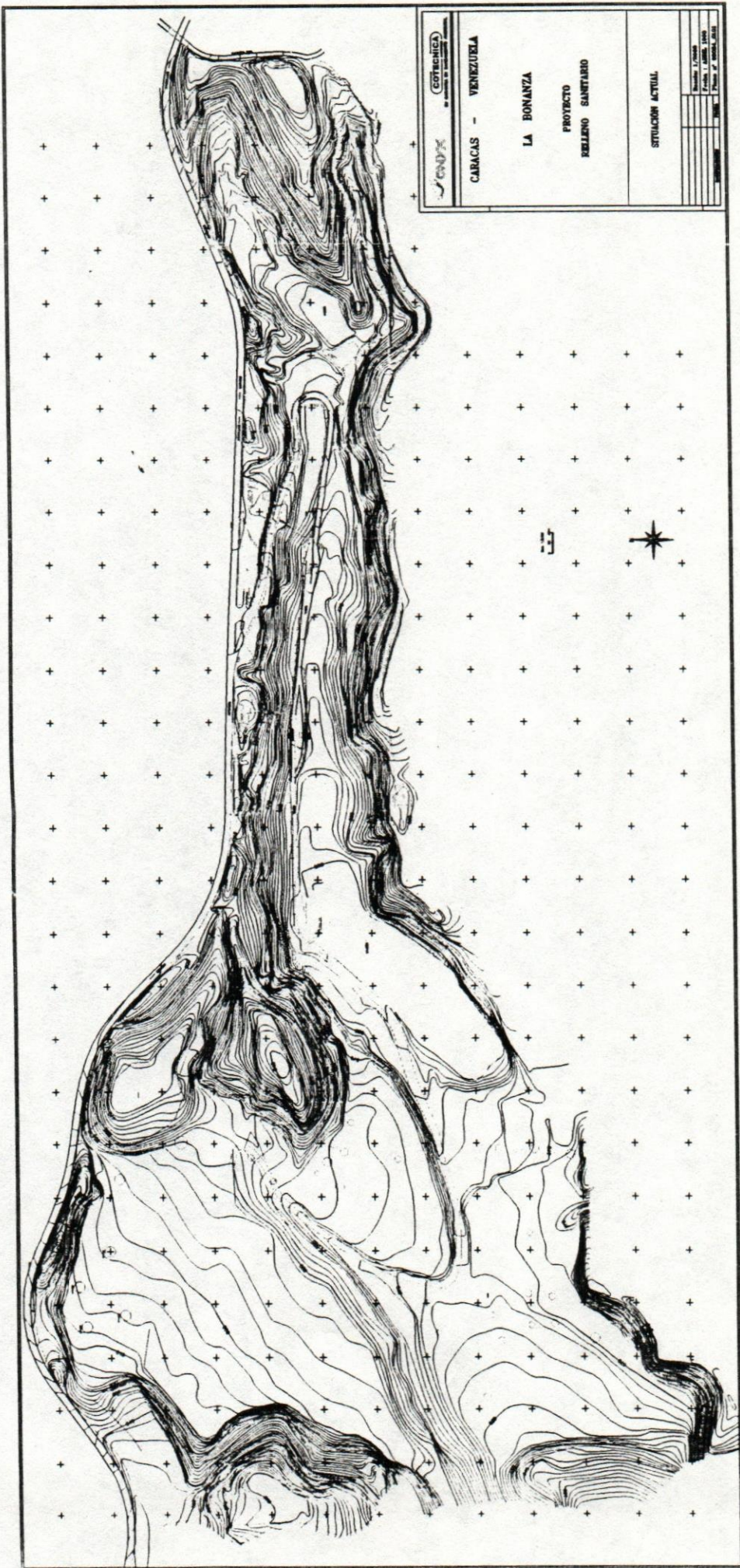
CARACAS - VENEZUELA

LA BONANZA

PROYECTO  
SANTIAGO BELLERINO SANTIAGO

PRIMERA FASE DE EJECUCION

Escala:	1:500
Fecha:	1988
Firma y Sello:	[Signature]



## ANEXO 6

POSIBLES FORMATOS PARA COMPARAR Y EVALUAR PARTE DE  
LOS DATOS RECOLECTADOS EN SITIOS ESTUDIADOS COMO  
POTENCIALES PARA LA CONSTRUCCION DE RELLENOS  
SANTARIOS





**Cuadro # 1, datos sociales y legales.**

<b>Datos Necesarios.</b>	<b>Area 1</b>	<b>Area 2</b>	<b>Area 3</b>
Zonificación ambiental.			
Zonificación urbana.			
Densidad poblacional.			
Uso y ocupación del terreno.			
Valor de la tierra.			
Consentimiento de la población y entidades ambientales no gubernamentales.			

**Cuadro # 2, criterios para evaluar.**

<b>Datos necesarios.</b>	<b>Clasificación de las áreas.</b>		
	<b>Adecuada.</b>	<b>Limitada.</b>	<b>Inadecuada.</b>
Zonificación ambiental.	Áreas sin restricciones en la zonificación ambiental.		Unidades objeto de conservación ambiental.
Zonificación urbana.	Vector de crecimiento mínimo.	Vector de crecimiento medio.	Vector de crecimiento máximo.
Densidad poblacional.	Baja.	Media.	Alta.
Uso y ocupación del terreno.	Áreas no desarrolladas o poco usadas.		Ocupación intensa.
Valor de la tierra.	Bajo.	Medio.	Alto.
Consentimiento de la población y entidades ambientales no gubernamentales.	Buena.	Razonable.	Inaceptable.