

Postgrado en GESTION AMBIENTAL ITBA
Curso 2004-2005

Proyecto

*PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS Y REUTILIZACIÓN DE
BIOSÓLIDOS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD DE
FEED-LOTS*

Coordinador: Profesor Carlos Palací (Ecología General)

Equipo de Trabajo: V. Lottici – S. Zapata – S. Epelde – D. Fajardo – E. Dabove

**Postgrado en GESTION AMBIENTAL ITBA
Curso 2004-2005**

Proyecto: PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y REUTILIZACIÓN DE BIOSÓLIDOS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD DE FEED-LOTS.

Ubicación: Municipio de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina

Coordinador: Profesor Carlos Palací (Ecología General)

Equipo de Trabajo: V. Lottici – S. Zapata – S. Epelde – D. Fajardo – E. Dabove

Resumen del proyecto - Abstract

Este trabajo tiene como objetivo establecer un conjunto de alternativas para que un el Municipio de la Provincia de BA pueda llevar adelante con éxito la gestión integral de sus residuos sólidos urbanos (RSU) y la reutilización de biosólidos aplicando biotratamiento.

Se ha seleccionado el Municipio de Tres Arroyos para poder tener elementos de la realidad que permitan establecer en forma general los costos y beneficios de las alternativas que se analizan.

Se considero a Tres Arroyos adecuado por ser un municipio de tamaño pequeño con un casco urbano bien delimitado y en cierto modo aislado de los grandes centros urbanos de la provincia de Buenos Aires. Además es una zona agrícola ganadera con industrias alimenticias por lo cual da un marco para la aplicación del proceso de biotratamiento.

La gestión de los RSU se debe hacer en el marco de la Política Ambiental del Municipio. La correcta definición e implementación de dicha Política a través del establecimiento de objetivos claros e instrumentos concretos ayuda a que se pueda implementar y mantener una gestión a largo plazo como es la que se debe establecer para una efectiva gestión de RSU y la reutilización de biosólidos aplicando biotratamiento.

El alcance del trabajo incluye la definición de objetivos e instrumentos que el grupo considera adecuados para poder implementar una Gestión de RSU y permitir la reutilización de biosólidos aplicando biotratamiento en el Municipio.

El proyecto define una serie de alternativas para posibles instrumentos y evalúa el costo de algunas de las alternativas en la medida de los datos disponibles. Se desarrollan también las alternativas que el grupo considera viables de implementar en un Municipio y que además están al alcance de los conocimientos y experiencias de los integrantes del equipo de trabajo y del coordinador del proyecto.

Se evalúan también alternativas de financiamiento externas respecto de las que el Municipio puede proporcionar en base a su recaudación.

Se concluye dado el estado actual de la Gestión de RSU en el Municipio de Tres Arroyos que la implementación de los instrumentos que se seleccionan a continuación debe ser realizada en conjunto para lograr un efecto de sinergia en la comunidad que lleve a una implementación exitosa y con consenso de la misma:

Instrumentos Técnicos

- Construcción de Infraestructura para la Disposición, Segregación y Tratamiento de los RSU (esto incluye el cierre del basural a cielo abierto)
- Reducción en origen de los residuos en el sector comercial y residencial e institucional.
- Clasificación y recolección diferenciada / reciclado
- Tratamiento de biosólidos de feedlots.

Instrumentos Financieros

- Fuentes alternativas de financiamiento para las inversiones en proyectos para la gestión de RSU

Instrumentos relacionados a la Comunicación

- Definición de una estrategia de comunicación para lograr una participación creciente de la comunidad y la construcción de consenso público

INDICE

| | |
|---|------------|
| 1.- Objetivos e Instrumentos relacionados a la GIRSU y Residuos de Feedlots..... | 4 |
| 1.1. Fase de análisis de Política..... | 4 |
| 1.2.- Fase de análisis de Opciones de Instrumentos..... | 6 |
| 1.3.- Selección de los Instrumentos..... | 8 |
| 1.4 Cronograma de Implementación de los Instrumentos..... | 9 |
| 2.- Descripción General del Municipio..... | 10 |
| 3.- Análisis de la legislación y las normativas aplicables..... | 11 |
| 4.- Desarrollo de los Instrumentos..... | 22 |
| 4.1.- Estrategia de Comunicación..... | 22 |
| 4.2.- Fuentes de Financiamiento Propias y Alternativas..... | 30 |
| 4.3.- Recolección..... | 38 |
| 4.4.- Relleno Sanitario, Planta de Separación y Biodigestores..... | 78 |
| 5.- Compostaje de Feedlots..... | 149 |
| 6.- Estudio de Impacto Ambiental y Sistemas de Gestión..... | 184 |
| 7.- Evaluación financiera del proyecto..... | 203 |
| 8.- Conclusiones..... | 207 |
| 9.- Listado de los ANEXOS..... | 208 |
| 10.- Bibliografía..... | 209 |

1.- Objetivos e Instrumentos relacionados a la GIRSU y Residuos de Feedlots

1.1. Fase de análisis de Política.

1.1.1.- Resumen de la Situación Actual

El Municipio de Tres Arroyos cuenta con un basural a cielo abierto con una superficie total de 42 ha. De ellas, 30 ha ya están saturadas de residuos.

Se reciben diariamente en el basural 35 ton. de residuos sólidos, en su mayoría orgánicos y plásticos que constituyen el 70% de la carga recibida.

Sólo fue instrumentado y con un resultado positivo el reciclado de vidrio como iniciativa del sector privado a través de un microemprendimiento.

En el basural a cielo abierto se realiza trabajo informal de segregación de residuos que comprende entre 60 y 150 personas dependiendo de la época del año. En épocas de mayor actividad del sector agrícola la cantidad de personas que realizan este trabajo informal en el basural es menor que en el resto del año.

1.1.2.- Objetivos de la Política Ambiental

La secuencia de trabajo requiere definir una política ambiental y en base a la misma definir objetivos para cada área en la que se decida implementarla.

El área particular en la que este trabajo se enfoca es el de generación, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos y la reutilización de biosólidos de feedlots. Es por ello que se propone el siguiente objetivo para esta problemática, que seguramente estará alineado a la Política Ambiental que el Municipio defina:

OBJETIVO: LOGRAR UNA GESTION INTEGRAL DE RSU y UNA REUTILIZACION DE BIOSOLIDOS DE FEED LOTS QUE INCLUYA LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

- Reducción en origen de los RSU en el sector comercial y residencial
- Clasificación y recolección diferenciada de RSU en combinación con biodigestión, reciclado y compostaje
- Participación creciente de la comunidad y construcción de un consenso público sobre la gestión de RSU
- Disposición final controlada de todos los RSU que no puedan ser recuperados, reciclados o convertidos en compost. Para este punto se sugiere que el Municipio debe proponerse mejorar las condiciones sociales y ambientales.
- Reutilización de biosólidos de feedlots utilizando biotratamiento.

1.1.3.- Identificación de las Causas y Fuentes de una deficiente Gestión de RSU y residuos de feedlots

Los residuos sólidos urbanos se generan y su generación crece proporcionalmente al crecimiento de la población, de las actividades agrícolas, ganaderas e industriales del Municipio.

No hay instrumentos definidos en el Municipio para lograr que la gestión de los RSU sea sustentable en el tiempo en cuanto a que no impacte al ambiente.

El predio del basural a cielo abierto actualmente en uso esta próximo a su saturación y no se ha definido a la fecha una línea de base ambiental. Esta línea de base ambiental implica principalmente:

- Determinar los efectos que los residuos acumulados en el basural a lo largo del tiempo han provocado en el suelo y en el agua tanto subterránea como superficial. El predio se encuentra ubicado cercano a dos arroyos.
- Determinar los posibles impactos y evaluar los reales impactos sobre la salud de los habitantes del lugar que realizan un trabajo informal de segregación de basura en el mismo

En base a la información recolectada, no se ha identificado en el Municipio una estrategia concreta (o clara) de comunicación a la comunidad con respecto a la Gestión Integral de RSU. Se sugiere evaluar el conocimiento y alerta de la comunidad en relación a los problemas que la disposición actual de los residuos puede crear a los habitantes actuales y futuros de Tres Arroyos.

No se han detectado actividades de separación en origen de los RSU, ni de segregación antes de la disposición final en el basurero excepto una separación de vidrio limitada.

Tampoco se han identificado actividades de compostaje. Existen al menos dos feedlots (acumulación de excrementos provenientes de actividades ganaderas) que se deberán adecuarse a la futura legislación en el corto plazo. No se obtuvo información sobre el lugar de disposición de los barros de las plantas de tratamiento de las empresas alimenticias de la zona que potencialmente podrían utilizarse en el procesamiento de biosólidos (según se detalla en el capítulo 5).

1.2.- Fase de análisis de Opciones de Instrumentos.

1.2.1.- Análisis teórico de distintas opciones de instrumentos para cumplir con el objetivo

Fueron identificadas las siguientes opciones cuyo detalle se define en el **ANEXO 1**. Se los agrupó en instrumentos técnicos, legales, financieros, y relacionados a la comunicación

Instrumentos Técnicos

- Construcción de Infraestructura para la Disposición, Segregación y Tratamiento de los RSU (esto incluye el cierre del basural a cielo abierto)
- Reducción en origen de los residuos en el sector comercial y residencial e institucional.
- Clasificación y recolección diferenciada / reciclado
- Tratamiento de biosólidos de feedlots

Instrumentos Legales

- Prohibición de llevar a los rellenos desperdicios con residuos peligrosos.
- Prohibición de uso de algunos productos (ejemplo, bolsas de plástico no degradables)

Instrumentos Financieros

- Depósitos retornables por disposición final.
- Impuestos aplicados a la fabricación sobre elementos vírgenes.
- Tarifas a los contenedores de residuos industriales no segregados.
- Fuentes Alternativas de financiamiento para las inversiones en proyectos para la gestión de RSU.

Instrumentos relacionados a la Comunicación

- Definición de una estrategia de comunicación para lograr participación creciente de la comunidad y Construcción de consenso público.
- Uso de etiquetas para los productos que están incluidos dentro del programa de segregación en origen y reciclaje.
- Asistencia técnica para los programas de reciclaje.

1.2.2.- Análisis de experiencias previas

En la ciudad de Tres Arroyos se han llevado adelante experiencias aisladas en el sector público / privado – en especial en las escuelas – donde se promueven experiencias piloto de clasificación de la basura en sectores de la comunidad y en la que los alumnos trabajan logrando una mayor concientización por efecto indirecto en la población.

Sin embargo, las mismas no han resuelto – tampoco era su objetivo - el problema en forma integral.

También, hay evidencias de cierto apoyo de la comunidad hacia un microemprendimiento privado para reciclar vidrio.

1.2.3.- Barreras institucionales / legales

No se identificaron barreras institucionales o legales.

1.2.4.- Aceptación y percepción pública

En las secciones anteriores se ha desarrollado un listado de instrumentos que se estima tendrán una buena acogida en la comunidad. Hay experiencias en otras localidades similares como son las siguientes donde se han instalado por ejemplo plantas de separación en algunos casos combinadas con plantas de compostaje.

A pesar de estas iniciativas en ningún caso se ha detectado la instalación de un relleno sanitario. En todos los casos hay basurales a cielo abierto en uso.

| LOCALIDAD | HABITANTES ATENDIDOS | Generado TOTAL | Generado en kg/día/habit. |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Puerto Rico, Misiones. | 16 000 | 7 t/día | 0.44 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 7 000 | 3,5 t/día | 0.50 |
| Plottier, Neuquén | 25 000 | 16 t/día | 0.64 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 38 000 | 27 t/día | 0.71 |
| Maipú, Mendoza. | 105 000 | 80 t/día | 0.76 |
| Oberá, Misiones. | 43 800 | 40 t/día | 0.91 |
| Ciudad de Córdoba, Córdoba | 1 400 000 | 1 600 t/día | 1.14 |
| Oncativo, Córdoba. | 13 000 | 18 t/día | 1.38 |
| Armstrong, Santa Fe. | 14 000 | 7,5 t/sem | n/c |
| Las Rosas Santa Fe. | 14 000 | 4,5 t/sem | n/c |
| Villa Giardino, Córdoba. | 3 800 | 4400 lt/sem | n/c |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 6 000 | 12 m ³ /día | n/c |

Datos de Plan Nacional de Valorización de Residuos relevados entre diciembre 1998 y febrero 1999.

1.3.- Selección de los Instrumentos

Dado el estado actual de la Gestión de RSU en el Municipio la implementación de los instrumentos que se seleccionan a continuación debe ser realizada en conjunto para lograr un efecto de sinergia en la comunidad que lleve a una implementación exitosa y con consenso de la comunidad.

De todas las alternativas analizadas, se seleccionaron las más factibles de implementar con éxito en el Municipio de Tres Arroyos. Las alternativas seleccionadas son:

Instrumentos Técnicos

- Construcción de Infraestructura para la Disposición, Segregación y Tratamiento de los RSU (esto incluye el cierre del basural a cielo abierto)
- Reducción en origen de los residuos en el sector comercial y residencial e institucional.
- Clasificación y recolección diferenciada / reciclado
- Tratamiento de biosólidos de feedlots.

Instrumentos Financieros

- Fuentes alternativas de financiamiento para las inversiones en proyectos para la gestión de RSU

Instrumentos relacionados a la Comunicación

- Definición de una estrategia de comunicación para lograr una participación creciente de la comunidad y la construcción de consenso público

1.4 Cronograma de Implementación de los Instrumentos

La siguiente tabla indica las tareas que identificamos como principales y un tiempo estimativo para su cumplimiento.

| Actividad | Mes | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | MES 10 | MES 11 | MES 12 | MES 13 | MES 14 |
| Análisis, selección y decisión a nivel Legislativo y ejecutivo municipal, de los adecuados instrumentos para respaldar el cumplimiento del objetivo ambiental | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Relevamiento estadístico sobre la Gestión de RSU y biosólidos en feedlots a nivel comunidad (Caracterización de los residuos-posibilidades de segregación en origen-expectativas de la población) | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Análisis de mercado de Comercialización de Reciclados y Compost (factibilidad de reciclado-valor y ubicación de reciclados-inversión para planta de separación compostaje de RSU, biodigestión, Relleno Sanitario y compostaje de biosólidos) | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Diseño de instrumentos y planteo al Consejo deliberante. | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Búsqueda de financiamiento para la Gestión de RSU y Reutilización de Biosólidos | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Análisis y definición de estrategias de comunicación a la comunidad acerca de la nueva modalidad | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Educación y difusión pública sobre la Gestión de RSU y la Reutilización de Biosólidos | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Elaboración de bases y lanzamiento para licitación pública | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Adjudicación de la obra para cierre del Basural y construcción del Relleno, Planta de Separación y Compostaje | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Estudio de Impacto Ambiental | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Adquisición de tierras | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Movimiento de suelos y construcción de planta Separación. | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Capacitación y entrenamiento de la comunidad: Segregación en origen, Recolección Diferenciada y Relleno Sanitario vs. Basural | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Operación del Sistema de Gestión Integral de RSU | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Monitoreo de Indicadores Ambientales. | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

2.- Descripción General del Municipio

El Municipio cuenta con un basural a cielo abierto en funcionamiento. Son conocidos los problemas que este tipo de manejos traen aparejado, tanto al medio ambiente como sociales; en los Anexos II.1, II.2 y II.3 se detallan estos aspectos.

Por tal motivo sería fuertemente recomendado el cierre de dichos basurales; para ello en el Anexo II.4 se proponen los pasos a seguir para un cierre adecuado.

En el capítulo de Evaluación de Impacto se describe la geología de la zona

3.- Análisis de la legislación y las normativas aplicables.

Marco Legal Nacional

Dentro de este subcapítulo y en un sentido general encontramos normativa nacional que aborda el tema ambiental. Si consideramos el entramado legal, lo que se referencia en esta parte conformaría la parte superior de la pirámide relacionada con la legislación ambiental:

Art. 41 de la Constitución Nacional

Establece el derecho de los habitantes y de las generaciones futuras a gozar de un ambiente sano y el deber de preservarlo. En otra de sus secciones establece la obligación de recomponer el daño. Define que la Nación dictará los presupuestos mínimos de protección y las provincias la complementarán.

También en este artículo encontramos expresamente establecida la prohibición de ingreso de residuos peligrosos y radiactivos.

Art. 43 de la Constitución Nacional

Establece la posibilidad de interponer acción de amparo para protección del medio ambiente. Podrán hacerlo la competencia, el usuario, el consumidor, el afectado, el defensor del pueblo y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

Art. 121 y 124 de la Constitución Nacional

Establece que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio y el poder de legislar sobre ellos.

Presupuestos Mínimos

Acorde a lo establecido en la Constitución, la Nación ha elaborado presupuestos mínimos relacionados a temas ambientales de acuerdo al siguiente detalle:

Ley Nacional 25.675

Ley General del Ambiente. Ley de presupuestos mínimos. Sin reglamentar.

Se trata de una ley mixta, por un lado define presupuestos mínimos de protección ambiental y en otra parte de la misma ley establece normativa de fondo respecto de daño ambiental.

Para definir claramente un “presupuesto mínimo” extraemos el artículo 6 de la Ley que define que *“Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las*

condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable”.

A partir del establecimiento de los presupuestos mínimos por parte de la Nación, las Provincias; y en el caso que nos interesa, la provincia de Buenos Aires, tiene la facultado de complementar dichos presupuestos mínimos, debe dictar las normas administrativas alineadas con los presupuestos mínimos definidos.

En lo que respecta a proyectos la Ley General de Ambiente establece la obligatoriedad de elaboración de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para toda actividad u obra susceptible de degradar el ambiente o afectar la calidad de vida de la población en forma significativa. También establece en su Artículo 21 la obligatoriedad de participación ciudadana.

Marco Legal Provincial

A partir de la Ley General del Ambiente y alienado con la Constitución Nacional, en lo que respecta a la provincia nos encontramos con lo siguiente:

Art. 28 Constitución Provincial

Establece el derecho de los habitantes de la provincia y de las generaciones futuras a gozar de un ambiente sano. También establece los derechos y responsabilidades de la autoridad en esta materia.

*“Las autoridades deben preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la provincia; planificar el aprovechamiento racional de los mismos; **controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema**; promover acciones que eviten la contaminación del aire, agua y suelo...”.*

Ley 11.723

Ley integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Establece un criterio general sobre las políticas a aplicar en la Provincia de Buenos Aires en materia ambiental.

Detallamos a continuación algunos artículos de suma importancia para el proyecto de Gestión Integral de Residuos:

Artículo 5: El Poder Ejecutivo Provincial y los municipios garantizarán la observancia de los principios de política ambiental que a continuación se enumeran:

Inciso b) Todo **emprendimiento** que implique acciones u obras que sean **susceptibles de producir efectos negativos** sobre el ambiente y/o sus elementos debe contar con una **evaluación de impacto** ambiental previa.

Artículo 10: Los **proyectos** consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente y/o sus recursos naturales, deberán obtener una Declaración de Impacto Ambiental.

La Autoridad de Aplicación en lo que respecta a la Provincia de Buenos Aires es la Secretaría de Política Ambiental (SPA).

Decreto 4371/95

Veto parcial de la ley 11.723, ley integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Decreto 4732/96

Designa a la SPA como autoridad de aplicación de las leyes N° 11.720 y 11.723.

Impacto Ambiental

Dentro de este capítulo nos encontramos con la legislación que se detalla a continuación:

Ley Provincial 11.459 y Decreto 1741

Las industrias emplazadas dentro del territorio provincial deben ser categorizadas y de acuerdo a su Categoría presentar un Estudio de Impacto Ambiental a los efectos de obtener un Certificado de Aptitud Ambiental renovable cada 2 años.

Establece la Presentación de un Formulario Base de Categorización y los contenidos mínimos del Estudio de Impacto Ambiental y de la Auditoria de Renovación.

Los 2 años se consideran a partir de la fecha de emisión del Certificado. A los efectos de realizar los trámites adecuadamente la empresa debe considerar 30 días para la emisión de la renovación por parte de la SPA. Ante modificaciones se establece como plazo límite hasta 15 días de implementada dicha modificación.

Se define que se realizarán monitoreos ambiental periódico de parámetros de acuerdo a lo establecido por la SPA (quien define parámetros y frecuencias a partir de la propuesta elaborada por la empresa) y la Declaración de Impacto Ambiental.

Se deben archivar los registros de los controles citados anteriormente; los mismos deben estar disponibles en Planta, como así también planos y memorias técnicas.

Establece los requisitos que deben cumplir los profesionales que lleven a cabo el EIA en los artículos 71 y 72.

De acuerdo a la categorización de la empresa, el Certificado de Aptitud Ambiental es entregado por:

- A proyectos de 3° Categoría: por la SPA.
- A proyectos de 2° por la SPA o Municipio (según convenio)
- A 1° Categoría: por cada Municipio.

Los criterios generales de categorización son los siguientes:

Primera categoría: establecimientos considerados inocuos

Segunda categoría: establecimientos considerados incómodos.

Tercera categoría: establecimientos considerados peligrosos

En el Decreto 1741 se establece el criterio para el cálculo de categorías. Éste se basa en la determinación del Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.).

El Nivel de Complejidad Ambiental se encuentra definido por los siguientes parámetros:

- La clasificación de la actividad por rubro (Ru).
- La calidad de los efluentes y residuos que genere (ER).
- Los riesgos potenciales de la actividad (RI).
- La dimensión del emprendimiento (DI).
- La localización de la empresa (LO).

Una vez determinado lo anterior se calcula el Nivel de Complejidad Ambiental a través de la aplicación de una ecuación polinómica

Asimismo el Decreto cuenta en su Anexo I con una tabla que detalla tipos de empresas por rubro y su categorización. Establece que la fórmula polinómica se aplica a los efectos de completar la tabla (rubros o empresas que no se encuentren detallados en el Anexo I) y en los casos en que la empresa se encuentre dentro del detalle la ecuación permite ajustar una definición tan genérica ya que tiene parámetros particulares.

Para solicitar la renovación del Certificado se debe presentar:

- Nota de solicitud de renovación.
- Declaración Jurada ratificando la vigencia de las condiciones declaradas en oportunidad del otorgamiento del Certificado anterior, o Formulario Base de Categorización para reclasificación, si se previere realizar ampliaciones o modificaciones.
- Informe de Auditoría Ambiental según Anexo 6 de dicho Decreto.

Presentada la información, la autoridad debe aprobar la documentación técnica e inspeccionar las instalaciones.

En caso de no cumplir con los requerimiento se detallan una serie de sanciones que van desde apercibimientos, clausuras hasta suspensión o baja de los registros.

Resolución 239/96

Categorización. Aprueba el instructivo para la confección del Formulario Base de Categorización. Anexo III.

Resolución 80/99

Categorización. Establece que los establecimientos industriales que se consideran peligrosos debido a que elaboran y/o manipulan sustancias inflamables, corrosivas, de alta reactividad química, infecciosas, teratogénicas, mutagénicas, carcinógenas y/o radioactivas, y/o generan residuos especiales, serán consideradas de tercera categoría independientemente de su nivel de complejidad ambiental.

Requieren que para la renovación de Certificado de Aptitud se presente la Auditoría Ambiental y establecen condiciones de informe de Evaluación de Riesgos y Manual de Gestión de Residuos en el artículo 8.

Resolución 538/99

Establece la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental para todas aquellas actividades que impacten negativamente en el ambiente. Establece los lineamientos para el EIA. Instructivo para etapas de prefactibilidad y factibilidad del proyecto.

La Autoridad de Aplicación determina los proyectos ambientalmente complejos que deben aplicar este instructivo. Establece plazos y condiciones que debe respetar la Autoridad de Aplicación para la solicitud de EIAs y su evaluación.

Autoridad de Aplicación: SPA.

Resolución 797/00

Reemplaza los formularios existentes a la fecha para la Categorización y crea un nuevo juego de planillas que deberán acompañar a la presentación del Estudio de Impacto Ambiental.

Los formularios relativos al impacto ambiental se presentan por única vez en ocasión de presentar el Estudio de Impacto Ambiental. Formulario Base de Categorización - Decreto 1741/96. Declaración Jurada - Decreto 3395/96. Declaración Jurada - Decreto 806/97.

Resolución 42/01

Instructivos para completar los formularios de la Resolución 797/00. A presentar para Recategorización el Formulario General y/o el Base Categorización.

Resolución 1200/00

Todas las industrias que realicen cualquier modificación previsible, programada o no, de las actividades operativas habituales, y que de ellas se puedan generar alteraciones, intranquilidad o sospecha sobre la seguridad, la salud o el medio ambiente, están obligadas a notificar a la SPA, a la población, a los medios locales de comunicación social y a la Municipalidad, con una antelación no menor a 24 horas.

La notificación debe realizarse solamente cuando existan las modificaciones mencionadas.

Resolución 2152/01

Establece el uso de un sistema en CD para las presentaciones, y la obligación de presentar también en soporte magnético los formularios establecidos por la Resolución 797/00.

Resolución 250/02

Presentación del estado de cumplimiento de los condicionamientos que acompañaban al Certificado de Aptitud Ambiental. Presentación única.

Residuos

Resolución 508/99

Establece los aranceles correspondientes a servicios relacionados con residuos (tratamiento, operación y disposición final).

Resolución 1142/02

Crea el Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos.

Estará a cargo de la SAP. Establece requisitos para la inscripción. Anexo I: glosario de terminología relacionada.

Resolución 1143/02

Establece requerimientos para rellenos sanitarios:

- Deben presentar EIA
- Se tratan de establecimiento industrial de 2da categoría
- Establece la información que debe presentarse: tipo de tratamiento (Físico-químico, incineración, biológico, etc.), caracterización cuali-cuantitativa del residuo, descripción detallada de la metodología del tratamiento propuesto, antecedentes científico-tecnológico en caso de tratarse de tecnologías nuevas, diagrama de flujo y balance de masa, sistemas de controles ambientales a implementar durante el tratamiento, mediante cronogramas de monitoreo, plan de contingencias, equipamientos, productos obtenidos del proceso de transformación, usos potenciales, comercialización y venta, residuos obtenidos y su disposición final.
- Define los estudios que se deben realizar, entre otros: hidrogeología, hidrología y geología.
- Establece los criterios del diseño: acondicionamiento del área, cercado Perimetral, control de Ingreso, señalización y Carteles indicadores, cortina forestal,

infraestructura Básica: terraplén Perimetral, excavación, aislación de base y taludes laterales del recinto, resistencia del Fondo de excavación, aislación de la cobertura superior, estabilidad del Relleno Sanitario, accesos y circulación interna, playas de descarga, drenajes y control de inundaciones, líquido lixiviado, sistema de captación, tratamiento o utilización de gases de relleno sanitario, monitoreo, red de Monitoreo para aguas subterráneas y red de monitoreo para aguas superficiales.

- Establece los criterios de admisión de residuos
- Establece los criterios de operación: procedimientos de operación, equipo requerido para la operación del relleno sanitario, mantenimiento, controles (vectores, olores, gases, operativos de obra), emisión de olores y polvo, materiales transportados por el viento, ruido y tráfico, aves, insectos y roedores e incendios.
- Establece los criterios de clausura y mantenimiento post clausura.

Establece diferencias entre rellenos sanitarios de más de 50Tn diarias y menos de eso.

Autoridad de Aplicación: SPA.

Ley Provincial 11.720 Decreto 806/97

Residuos especiales. Establece criterio de definición de residuos especiales

Resolución 345/98

Residuos especiales. No serán considerados como residuos especiales aquellos generados en las tareas auxiliares como ser: mantenimiento, control de calidad, intendencia o prestaciones similares

Efluentes Gaseosos y Líquidos

Ley Provincial 5965

Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera: Prohíbe a las reparticiones del Estado, entidades públicas y privadas y a los particulares, el envío de efluentes residuales sólidos, líquidos o gaseosos, de cualquier origen, a la atmósfera, a canalizaciones, acequias, arroyos, riachos, ríos y a toda otra fuente, cursos o cuerpo receptor de agua, superficial o subterráneo, que signifique una degradación o desmedro del aire o de las aguas de la provincia, sin previo tratamiento de depuración o neutralización que los convierta en inocuos e inofensivos para la salud de la población o que impida su efecto pernicioso en la atmósfera y la contaminación, perjuicios y obstrucciones en las fuentes, cursos o cuerpos de agua. Mantener limpieza de pisos.

Decreto 3395/96

Efluentes gaseosos. Fija los parámetros de calidad de aire para contaminantes básicos y específicos, y niveles guía de emisión para contaminantes presentes en Efluentes

Gaseosos para nuevas fuentes industriales. Las empresas deben tramitar un permiso de descarga renovable cada 2 años.

Resolución 279/96

Efluentes gaseosos. Aprueba el instructivo para la confección de la Declaración Jurada de Efluentes Gaseosos. El llenado es informático. En Anexo I aparece detallado instructivo para llenado.

Resolución 242/97

Efluentes gaseosos. Incluye el instructivo para la aplicación de modelos de dispersión de efluentes gaseosos. Define métodos para toma de muestras y lista los modelos de dispersión aprobados. Corrige algunos de los parámetros establecidos en el Decreto 3395/96

Resolución 2145/01

Efluentes gaseosos. Establece la obligación de mediciones continuas para generadores cuyas emisiones sean superiores a las estipuladas en la Tabla D del Anexo IV del Decreto 3395/96 o que alcancen el nivel III de los modelos de dispersión estipulado por la Resolución 242/97 de la SPA.

Establece parámetros mínimos a medir. Establece requisitos de las empresas que presten servicio de medición de gaseosos. Comunicación de incidentes en plazo de 24hs a la SAP.

Resolución 937/02

Efluentes gaseosos. Establece condiciones para el sistema de monitoreo continuo de emisiones, el mismo será obligatorio y complementará el permiso de descarga o sus renovaciones, siendo complementario de las mediciones de calidad de aire atmosférico y emisiones según la frecuencia dispuesta en el permiso de descarga o su renovación.

Decreto 3970/90

Efluentes líquidos AGOSBA. Reglamenta la Ley 5965. Fija las emisiones líquidas.

Resolución 287/90

Efluentes líquidos. Establece las normas de calidad para las descargas de líquido en los distintos cuerpos receptores de la Provincia de Buenos Aires. Fija los parámetros para las emisiones líquidas. Incluye el máximo nivel permisible de acuerdo al contaminante

Ley 12.257

Efluentes líquidos AGOSBA. Código de Aguas. Establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires. No reglamentado.

Resolución 389/98 AGOSBA

Efluentes líquidos. Fija los parámetros para el vertido de efluentes líquidos a los diferentes cuerpos receptores.

Resolución 336/03

Efluentes líquidos. Modifica los parámetros establecidos por el Anexo II de la Resolución 389.

Resolución 510 AGOSBA

Recurso hídrico subterráneo. Obtención del permiso para el uso del recurso hídrico subterráneo. Validez por 2 años. Anexo establece requisitos.

Resolución 08/04

Efluentes líquidos. Confiere a la Autoridad del Agua (ADA) la facultad de reglamentar, supervisar y vigilar todas las actividades y otras relativas al estudio, captación, uso, conservación y evacuación del agua.

Ordenanzas Municipales

Hasta el día de la fecha no se han emitido Ordenanzas Municipales que reglamente sobre el tema de residuos.

Marco Normativo para Biotratamiento

La Legislación y Normativa que rige el tema, al ser variada y prestarse a diferentes interpretaciones, deberá ser analizada con detenimiento. Este análisis es muy importante por múltiples razones, pero la fundamental es la de responsabilidad, ya que “las empresas industriales son responsables de sus residuos aún cuando se hayan concretado todos los pasos para su disposición final. Este es el principio y el espíritu de nuestra normativa ambiental, nacional y provincial que es denominado “de la cuna a la tumba”.

El marco normativo tiene un cierto grado de complejidad, porque están involucradas actividades agropecuarias, agroindustriales y residuos industriales.

Como ejemplo se puede citar que la disposición final de barros proveniente de las plantas de tratamiento de efluentes líquidos industriales, está contenida en la Resolución 97/2001 de la Secretaria de Medioambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, no existiendo ningún otro marco legal referido al tema.

En la Pcia. de Buenos Aires, ante la ausencia de un marco legal sobre este tema, se aplica, “conceptualmente”, la Resolución N° 97, de la Nación (mencionada anteriormente).

El Marco Normativo relativo a este tema es:

- Constitución Nacional
- Constitución Provincia de Buenos Aires
- Ley Nacional 25.612, de Residuos Industriales
- Ley 24051 de Residuos Peligrosos
- Ley 11459, Pcia de Buenos Aires, de Radicación Industrial
- Ley 11723, de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley N° 5965, Preservación de los Recursos Hídricos
- Decreto reglamentario 33395/96: Contaminación atmosférica
- Ley 11720: Residuos especiales
- Resolución 97/2001, de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
Anexo III
Anexo IV, 1.4. Compostaje, 1.6. Digestión biológica en suelos por acción enzimática
Anexo V, Valor agrícola de los barros
- Resolución N° 250/94, de la SPA (1), Pcia. Bs. As. : Categorías de generadores de residuos industriales.
- Resolución N° 018/96 de la SPA, sobre cumplimiento Ley 11720 y 11459 de Residuos Industriales, industrias de 3ª categoría.
Artículo 1º, Art. 2º, Art. 3º, Art. 4º
- Resolución N° 060/96, SPA, Registro de Tratantes de Residuos Industriales “in situ”
- Resolución N° 37/96, SPA, Control de los tratamientos “in situ”.
- Resolución N° 664/00, SPA, Land-Farming.
- Resolución N° 322/98, SPA, Unidades de Disposición Final.

Otros

En el Anexo III.1 se referencia otra reglamentación que puede ser aplicable a la instalación y operación del complejo relacionado con la gestión integral de residuos.

4.- Desarrollo de los Instrumentos

4.1.- Estrategia de Comunicación

CONTEXTO

La problemática que sobrelleva la comunidad ya había sido planteada anteriormente por asociaciones de Tres Arroyos que denunciaban la precariedad con la que las personas “trabajan” en el basural a cielo abierto - destacando los problemas de salud y de exclusión que estas personas sufren.

Como referencia, está el informe fotográfico que la Asamblea Permanente por los Derechos Humanos – filial Tres Arroyos – elaboró a fines de los 90s.

Su objetivo fue instaurar el tema en la comunidad abriendo el debate entre el intendente municipal, miembros del Honorable Concejo Deliberante, ONGs y el público en general.

De allí se puede extraer la conclusión que para *la comunidad de Tres Arroyos* la solución no debería radicar exclusivamente en la instalación de un relleno sanitario sino que también debería abarcar opciones como el reciclado y la reutilización, entre otras.

CONSTRUCCIÓN DE CONSENSO PÚBLICO

Para el habitante en general resulta poco convincente desprenderse de prácticas que durante décadas estuvieron arraigadas y aceptadas como correctas. Por otra parte, preocupan más los riesgos inmediatos en materia de salud que las implicancias ambientales *no visibles*. Tanto es así, que se da una importancia excesiva a temas como desinfección y asepsia al interior del hogar, quedando relegados otros temas como la manipulación correcta de residuos y el valor de éstos antes de desecharlos.

Para cambiar esta perspectiva es necesario introducir conceptos y prácticas en la población diseñando y ejecutando proyectos de ejercitación y ensayo (Proyectos Piloto) con el fin de insertar en la población conceptos tales como el reciclaje y la separación en origen. Para lograr esto, es imprescindible iniciar el proyecto piloto después de realizar un proceso consultivo en la población. Uno de los objetivos de este proyecto es permitir canales de comunicación abiertos entre las entidades ambientales municipales y la comunidad lo cual, a corto plazo, va a generar una retroalimentación acerca de las preocupaciones de la comunidad. Por ejemplo: es la intención generar un cambio de concepción de la idea que se tiene del término *basura* a un nuevo concepto, *residuo*. Al realizar este cambio en la comunidad, los residuos irán recuperando su valor material y de este modo, se le asignaría un valor conceptual y a la vez un valor de manipulación en la separación y entrega de los residuos. Esta es una forma de definir la importancia que tiene lograr un consenso público en la comunidad tresarroyense.

La desconfianza del público hacia la información contenida en las propuestas de instalación de plantas de tratamiento o disposición de residuos es un punto importante a ser tenido en cuenta – y establecer su credibilidad es esencial para el desarrollo de

este proyecto. El público esperará que, una vez que se ha creado controversia sobre un punto determinado, cada una de las partes use argumentos e información técnica en su esfuerzo por ganar o convencer a los asistentes. La opinión pública asume también que la falta de veracidad es característica de los debates que contengan aspectos políticos. Por esa razón es para nosotros necesario fijar el concepto de credibilidad de la información técnica en los comienzos mismos del proceso, antes de que las opiniones se polaricen.

También, aunque la decisión de implementar cierto proyecto muchas veces es recibida con gran apoyo, éste puede decaer rápidamente si no se tiene el cuidado de mantener el proyecto dentro de la agenda pública.

El proyecto debe ser reconocido por la comunidad como algo por lo cual puede estar orgulloso, que demuestre su progreso y su compromiso creciente hacia un ambiente limpio.

ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

1. DIAGNÓSTICO

¿Qué quiero comunicar?

- . La importancia de la participación de la comunidad en la separación en origen
- . La participación de los cartoneros y trabajadores informales en las actividades de segregación en seco dentro de la planta – y la incidencia positiva que tendrá su reinserción social
- . La reutilización de los residuos orgánicos a través del compostaje
- . La minimización de los impactos ambientales del relleno sanitario en relación al basural a cielo abierto

2. EVALUACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

Un especialista en comunicación ambiental coordinará las actividades de difusión del proyecto – como profesional de la consultora.

Adicionalmente será necesario:

- . la impresión de gacetillas y folletería
- . la impresión de cartelería
- . la participación en medios gráficos / Internet
- . cañón / PC

3. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

La estrategia apunta a concientizar a la comunidad de Tres Arroyos sobre:

- . la importancia del tratamiento de residuos en forma integrada a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y el ambiente y,
- . la relevancia de la participación de la comunidad en el desarrollo exitoso del programa

Bajo la premisa LA BASURA ES DE TODOS la estrategia de comunicación buscará alcanzar los siguientes objetivos:

- . Instaurar la problemática del tratamiento de los residuos en la agenda pública
- . Resaltar la importancia de la participación ciudadana en la disposición y tratamiento de sus residuos
- . Construir consenso público
- . Lograr la participación de la comunidad en el PROYECTO PILOTO de separación en origen y reciclado
- . **Consolidar la participación de la comunidad en el proyecto una vez implementado en forma generalizada**
- . Capacitar a las personas que actualmente viven del cirujeo en las tareas de segregación en seco fomentando el cooperativismo
- . Resaltar la importancia de la responsabilidad individual en los operarios del relleno sanitario / compostaje como parte de la estrategia de comunicación interna
- . Lograr la continuidad del proyecto a lo largo del tiempo

¿Cómo lo vamos a instrumentar?

Se promoverán las actividades en torno a la gestión de residuos con:

- o campañas de esclarecimiento
- o actividades educativas en el relleno sanitario o en el centro de recepción o planta de segregación de materiales
- o programas de capacitación para los estudiantes tresarroyenses para que se desempeñen como animadores ambientales en el Proyecto Piloto
- o visitas guiadas
- o cursos de capacitación y entrenamiento a la comunidad para la separación en origen
- o charlas explicativas a la comunidad sobre la gestión integral de residuos en colegios, clubes y sociedades de fomento
- o promoción de concursos de dibujo y de redacción de trabajos (monografías) en los colegios a fin de hacer partícipe a toda la familia
- o reuniones con ONGs
- o generación de espacios de debate e intercambio con la comunidad para luego mantener reuniones con los medios de comunicación
- o material disponible en el espacio de Internet del municipio

4. IDENTIFICACIÓN DE ALIADOS

- . Municipalidad de Tres Arroyos
- . Grupo de vecinos / Eco-clubes
- . Medios de comunicación: radio / TV / periódico local
- . ONG (Asamblea Permanente por los Derechos Humanos – filial Tres Arroyos)

5. DISCURSO

El discurso se concentrará en dos ejes:

- . Resaltar la calidad del proyecto comprometido con la preservación del ambiente
- . Consolidar la imagen de que el proyecto trabaja CON la comunidad y PARA la comunidad

6. CAMPO

Dada la importancia que la adhesión de la comunidad de Tres Arroyos tendrá en el desarrollo exitoso del proyecto, el terreno sobre el que se trabajará es precisamente la comunidad, resaltando sus valores y sentido de pertenencia.

7. MAGNITUD TEMPORAL

El proyecto requerirá:

1. Una primera etapa con una fuerte presencia para posicionar el tema de la Gestión Integral de los Residuos en la comunidad

2. Instancias posteriores en las que se trabajará con:

- la comunidad

- o 3 meses para lanzar el Proyecto Piloto de Separación en Origen
- o 12 meses para lograr el cambio en los hábitos de disposición de residuos
- o entre 18 – 24 meses para reforzar el cambio de hábitos dependiendo de los resultados obtenidos

- los cartoneros y trabajadores informales

- o 1 mes antes del comienzo de la planta de segregación a los efectos de su entrenamiento en las actividades y la organización de la estructura (aspectos considerados: operación de la planta, higiene y seguridad, concientización ambiental)

- durante la operación de la planta de segregación, refuerzo de la comunicación mensual
- a partir de los resultados obtenidos - y de la evaluación de los indicadores - se introducirán las acciones correctivas pertinentes y se planificarán las restantes actividades

- el personal del relleno / compostaje

- 1 mes antes del comienzo de la planta de segregación a los efectos de su entrenamiento en las actividades y la organización de la estructura. (aspectos considerados: operación de la planta, higiene y seguridad, concientización ambiental)
- durante la operación de la planta de separación, refuerzo de la comunicación mensual
- a partir de los resultados obtenidos - y de la evaluación de los indicadores - se introducirán las acciones correctivas pertinentes y se planificará el resto de las actividades

8. FECHA INICIO / FECHA CORTE

Fecha inicio: 3 meses antes de comenzar el trabajo en el relleno con el objeto de iniciar el entrenamiento de la comunidad en la separación en origen.

La comunicación interna se iniciará 1 mes antes tanto con las personas seleccionadas para la planta de separación (ex cartoneros o trabajadores informales) como con el personal seleccionado para operar en el relleno.

Fecha de corte: en función de los resultados de los indicadores. Se prevé para diciembre de 2007.

9. INDICADORES

Se desarrollarán los siguientes indicadores:

. Encuesta a la comunidad que mida su nivel de satisfacción. Periodicidad: cada 6 meses – Cuadro 1.

. Con la misma periodicidad se procesará un indicador con los reclamos o quejas. Cuadro 2.

. Muestreo de Separación en Origen para medir el nivel de respuesta de la comunidad. Periodicidad: cada 3 meses – Cuadro 3.

. Volumen de residuos reciclados divididos en papel / cartón, plásticos, vidrios y aluminio. Periodicidad: cada 3 meses. Cuadro 4.

. Muestreo de la productividad de la mano de obra en la Segregación de los Residuos Secos. Objetivo: medir el nivel de concientización de los cartoneros o trabajadores informales. Periodicidad: cada 3 meses. Cuadro 5.

Cuadro 1. Encuesta de nivel de satisfacción de la comunidad.

| Nivel de Satisfacción de la Comunidad | | | | |
|---|------------------|--------------|----------------|-------------|
| | Muy Buena | Buena | Regular | Mala |
| Opinión acerca del tratamiento integral que se le brinda a los residuos | | | | |
| Satisfacción con el servicio de recolección residuos | | | | |
| Opinión acerca de la inserción de los antiguos cartoneros en un sistema laboral formal | | | | |
| Opinión acerca de la generación de compostaje que se devuelve a la comunidad | | | | |
| Opinión acerca de la afectación del relleno en la comunidad | | | | |
| Sugerencias / Comentarios | | | | |

Cuadro 2. Indicador de reclamos o quejas.

| Indicador general = Cantidad de reclamos /mes (por evento) | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|-------------|----|-----------|--------------|----------|----|
| Indicador discriminado = Cantidad de reclamos por motivo / Cantidad de reclamos | | | | | | | | |
| Indicador estratégico = Cantidad de reclamos / Kg de basura procesada | | | | | | | | |
| Mes | Identificación | Motivo | Corresponde | | Respuesta | Fecha cierre | Conforme | |
| | | | SI | NO | | | SI | NO |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Cuadro 3. Muestreo de la participación de la comunidad en la separación en origen.

| Separación en origen (Respuesta de la Comunidad)- (Tn.) | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1° Trim. 2007 | 2° Trim. 2007 | 3° Trim. 2007 | 4° Trim. 2007 |
| Mojado (Orgánico) | | | | |
| Seco | | | | |
| Recuperado en Planta de Segregación | | | | |
| % Eficiencia = (Seco / (Seco + Recuperado)) x 100 | | | | |

Cuadro 4. Respuesta de la comunidad medida a través del volumen de residuos reciclados (divididos en papel / cartón, plásticos, vidrios y aluminio).

| Separación en origen (Respuesta de la Comunidad)- (Tn.) | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1° Trim. 2007 | 2° Trim. 2007 | 3° Trim. 2007 | 4° Trim. 2007 |
| Tn. cartón / papel | | | | |
| Tn. plástico | | | | |
| Tn. vidrio | | | | |
| Tn. aluminio | | | | |
| TOTAL | | | | |
| % cartón / papel | | | | |
| % plástico | | | | |
| % vidrio | | | | |
| % aluminio | | | | |

Cuadro 5. Muestreo de la productividad de la mano de obra en la Planta de Segregación.

| Productividad de Mano de Obra en Planta de Segregación | | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1° Trim. 2007 | 2° Trim. 2007 | 3° Trim. 2007 | 4° Trim. 2007 |
| Tn. recibida en Planta de Segregación | | | | |
| Tn. recuperadas (sumatoria de los productos separados) | | | | |
| Rendimiento = (Tn. recuperadas / Tn. totales) x 100 | | | | |

4.2.- Fuentes de Financiamiento Propias y Alternativas

CONTEXTO

Este apartado incluye una breve reseña del contexto provincial en relación a la regionalización del manejo de residuos sólidos urbanos y una descripción de las principales fallas de mercado identificadas a nivel país.

A. Iniciativa de regionalización vinculada al manejo de RSU.

La Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires lanzó oficialmente en febrero del 2001 el Programa Provincial de Residuos Sólidos Urbanos - que aún no se ha concretado.

Su objetivo es el de asistir al diseño de la política provincial para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y coordinar su aplicación por parte de los distintos municipios.

En lo que respecta al interior de la Provincia – aspecto que interesa en este trabajo – contempla la posibilidad de realizar convenios y asociaciones entre Municipios vecinos.

B. Fallas de Mercado

En nuestro país se verifica la existencia de fallas de mercado para la gestión de RSU, las cuales se resumen a continuación:

. Externalidades

Para que los mercados funcionen eficientemente los precios deben reflejar los costos y beneficios asociados a la producción y consumo de los bienes. En el caso de los RSU, el precio de la mayoría de los bienes y servicios no refleja el impacto negativo que sobre el ambiente tienen las distintas corrientes de residuos. Esto es notable en nuestro país si tomamos en cuenta los pasivos ambientales debidos a la disposición sin controles de los RSU y los costos de salud pública destinados a la atención de problemas de salud derivados de un mal manejo de los residuos.

. Mecanismos de información imperfectos

Los consumidores no cuentan con buena información respecto al impacto que tienen - sobre el ambiente y la salud - los residuos generados a partir de los productos que consumen.

. Falta de mercados

Generalmente no existen mercados desarrollados - identificables y accesibles - para los elementos reciclables.

En los apartados que siguen se describen las distintas fuentes de financiamiento identificadas por la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos - incluyendo las fuentes externas – y los incentivos a la industria relevados en la Evaluación Ambiental Sectorial (RSU en Argentina) de la Secretaría de Ambiente.

FUENTES ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO DE LOS MUNICIPIOS

Las fuentes de financiamiento de los municipios pueden incluir:

a) Tasas por prestación de los servicios de RSU

La implementación de una tasa diferencial requiere contar con datos socioeconómicos de la población servida para conocer la factibilidad económica de recurrir a la recuperación vía tasas / tarifas ya que estas pueden superar las posibilidades económicas de la población de menos recursos.

En general, este tipo de tasas no se encuentran discriminadas en la práctica.

b) Otros recursos municipales

Son aquellos recursos provenientes de los impuestos y tasas en general.

Es la fuente de financiamiento que utiliza el Municipio actualmente ya que Tres Arroyos no cuenta con una tasa diferencial para el servicio de recolección de residuos.

c) Transferencias del Gobierno Provincial

Son ingresos sin contraprestación de bienes y servicios, es decir que los aportes no son reintegrables. Estos pueden corresponder a fondos de coparticipación - por impuestos recaudados por la provincia - o subsidios.

d) Aportes del sector privado

Existen empresas privadas que están dispuestas a invertir en la construcción de instalaciones para la gestión de los RSU a cambio de contratos que adquieren diferentes modalidades.

Para instrumentar estos contratos, se debería tomar en cuenta una serie de factores con el objeto de minimizar los riesgos de no lograr los objetivos deseados a través de la iniciativa privada.

Entre otros aspectos, se debería considerar el establecimiento de:

- i) procesos de contratación amplios y abiertos,
- ii) procedimientos auditables de contratación y desarrollo de los servicios,
- iii) mecanismos de rendición de cuentas,
- iv) supervisión del operador privado

Las formas más comunes, no excluyentes, de participación en el sector privado son:

- Contrato de servicios: el municipio contrata la ejecución de determinadas actividades del sistema de manejo de residuos con una empresa privada por un tiempo definido, mediante el pago de honorarios.
- Contrato de gestión: la empresa privada administra la operación y mantenimiento del sistema de manejo de residuos, a cambio de un honorario fijo, durante un tiempo determinado. No tiene a su cargo los gastos de personal y equipos para la presentación del servicio ni la cobranza al usuario.
- Cooperativas: la comunidad se organiza legalmente y asume el financiamiento y ejecución de los servicios de manejo de residuos en sus diferentes etapas, incluyendo la cobranza del usuario.
- Contrato de concesión: la empresa privada es responsable por el financiamiento y ejecución del programa de inversiones, es decir, tiene a su cargo la implantación del sistema, la operación y el mantenimiento, la facturación, recaudación de ingresos, etc. El contrato es a largo plazo para permitir la recuperación de la inversión.

FUENTES EXTERNAS DE FINANCIAMIENTO

a) Fondos de organismos multilaterales de crédito

El Gobierno Argentino ha reconocido que la reducción de los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados a las pobres prácticas actuales de manejo de los RSU, en particular aquellas referidas a la disposición final, representa un alto costo para los gobiernos locales.

Es en ese contexto que la Nación se dispuso a brindar asistencia financiera y económica, a modo de incentivo, para que las provincias y sus municipios puedan elaborar e implementar sus Planes Provinciales en el marco de los objetivos de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU).

La ayuda para la implementación de los planes GIRSU, gestionada a través de proyectos de inversión de organismos multilaterales de crédito, se focalizará en:

- La mejora de la infraestructura básica, por ejemplo: sistemas de transferencia, plantas de tratamiento (reciclado, compostaje, etc.) y nuevos sitios de disposición final (rellenos sanitarios) ambientalmente adecuados y socialmente aceptables
- El cierre de basurales a cielo abierto y saneamiento de zonas afectadas por estas prácticas
- La provisión de asistencia técnica y entrenamiento de los funcionarios del sector
- Apoyo para la reinserción social de los trabajadores informales

Es importante destacar que los fondos provenientes de los distintos organismos, como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), **sólo financiarán costos de infraestructura básica y asistencia técnica**. Los costos de operación y mantenimiento de los proyectos, como así los de las futuras inversiones requeridas para el desenvolvimiento de la GIRSU, serán responsabilidad de los municipios intervinientes que deberán afrontarlos con fondos propios o de coparticipación.

b) Financiamiento a través de los créditos de carbono

La Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos promueve la implementación de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) asociados a la GIRSU, como medio idóneo de contribuir a la sostenibilidad económica de la gestión de residuos a través de la certificación y comercialización de los créditos de carbono, la cual se llevará a cabo mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

Esto le permitirá a los municipios obtener fondos provenientes de los sectores de financiamiento de bonos de carbono que podrán ser aplicados para reducir los costos de la gestión integral de residuos.

INCENTIVOS A LA INDUSTRIA

Los incentivos a la industria tienen como objetivo fomentar:

- . la reducción en origen,
- . la producción basada en materiales reciclables y
- . el aprovechamiento de los materiales reciclados

Para instrumentar estos incentivos, los gobiernos en los niveles nacional, regional y local deberán implementar políticas y actividades de reutilización y reciclaje de residuos.

A continuación se detallan los lineamientos generales de esta iniciativa:

- . Desarrollar y fortalecer la capacidad financiera de las empresas privadas para el desarrollo de proyectos dentro del marco provincial que contribuyan a la reutilización y reciclaje de cantidades crecientes de residuos.
- . Reformar las políticas nacionales y provinciales, en materia de residuos, para proveer incentivos económicos al reciclado.
- . Modificar los estándares o especificaciones de compra para impedir la discriminación en contra de materiales reciclados, teniendo en cuenta el ahorro de energía y de materias primas y la disminución de la contaminación.
- . Desarrollar programas de educación pública y sensibilización para promover el uso de productos reciclados.
- . Desarrollar programas piloto de investigación para chequear las tendencias tecnológicas a nivel internacional en la materia, incluyendo industrias de reciclaje de pequeña escala y/o de nivel artesanal, producción de compost y recuperación de energía de los desechos.
- . Contribuir al desarrollo de mercados domésticos potenciales para productos reciclados.

RECOMENDACIONES

La alternativa propuesta en el presente trabajo es la presentación del proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Tres Arroyos en el marco de la Estrategia Nacional de Residuos Sólidos Urbanos llevada adelante por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación a través del Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos.

Como se pudo concluir de los apartados anteriores, esta Estrategia promueve que las provincias y municipios desarrollen planes de GIRSU sustentables en el tiempo.

Por ello, en una primera instancia, el Municipio de Tres Arroyos deberá rever los recursos propios con los que cuenta para afrontar la instrumentación del proyecto. En una segunda instancia, deberá determinar qué componentes requerirán asistencia financiera y económica de la Nación para su implementación.

Y como último paso, y para lograr la sustentabilidad del proyecto, el Municipio deberá lograr el autofinanciamiento de la GIRSU a través del cobro de tasas o a través de fondos de la coparticipación.

Una alternativa adicional que podrá considerar es la instrumentación de financiamiento a través de los créditos de carbono.

COMPONENTES

A continuación se detallan los Componentes del Proyecto Nacional de Gestión Integral de los Residuos, con el cual el proyecto propuesto para Tres Arroyos comparte varios de sus principales puntos.

COMPONENTE 1: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Este componente financiará asistencia técnica para los organismos involucrados en la GIRSU en los diferentes niveles de gobierno. A nivel local, se apoyará a los municipios en su capacidad para tomar decisiones informadas y desarrollar sistemas de gestión de RSU apropiados.

Este componente se focaliza, entre otros, en:

- . El desarrollo de mecanismos de gestión financiera efectivos y sustentables para la Gestión Integral de Residuos, apuntando a transparentar la ejecución presupuestaria y mejorar los índices de cobrabilidad.

- . La asistencia técnica al staff provincial y municipal en lo que respecta a monitoreo y control ambiental.

- . La participación del sector privado en la provisión de servicios relacionados con la gestión de residuos.

. El desarrollo de un Programa de Comunicación Pública, destinado a construir consensos, disminuir el efecto NIMBY (1) y promover el cobro de tasas.

COMPONENTE 2: INVERSIÓN PARA CENTROS DE DISPOSICIÓN FINAL

Este componente financiará la construcción de centros de disposición final de RSU ambientalmente seguros y el cierre de los basurales existentes.

También incluirá financiamiento para construcción de estaciones de transferencia donde se requieran y de plantas de reciclaje como parte de las actividades relacionadas a los planes sociales (componente 3). Para que las provincias o grupos de municipios puedan ser acreedores a fondos bajo este componente deberán cumplir con los criterios de elegibilidad que han sido establecidos para este proyecto.

Este componente ayudará a manejar la disposición final de los RSU, tales como obra civil básica para:

. la clausura de los basurales a cielo abierto, cuando aplique.

. la construcción de nuevos centros de disposición final que cumplan con los objetivos ambientales de los modernos rellenos sanitarios controlados para residuos sólidos municipales, considerando las opciones innovadoras de recuperación de metano o el compostaje de materia orgánica según resulte más adecuado.

. la instalación de plantas de separación y reciclado (incluyendo la separación en origen).

COMPONENTE 3: REINSERCIÓN SOCIAL

Este componente financiará la implementación de planes destinados a la reinserción social de los cartoneros o trabajadores informales (cirujas) que estén trabajando en los basurales que se vayan a clausurar como resultado del Componente 2.

La implementación del Proyecto financiará los programas sociales para reducir el trabajo infantil y reorganizar a los recolectores informales (personas que viven de la extracción y recuperación de residuos), en empresas o cooperativas de reciclado, apoyando su reinserción social, a través de actividades tales como:

. Concientización y capacitación para los recolectores informales en temas tales como reciclado, organización social (creación de cooperativas) y salud.

. Estudios específicos de mercados para productos reciclados.

. Obra civil básica de plantas de reciclado.

(1) NIMBY. Sigla del inglés que se traduce “No en mi patio trasero” o “No en el fondo de mi casa”. Representa el rechazo de la población a la instalación de ciertos componentes operativos de la GRSU en las cercanías de su lugar de residencia.

Como última recomendación, el Municipio debería rever la instrumentación de los siguientes incentivos económicos para la fomentar la reducción en origen:

A. Diseño de marcos tarifarios que incentiven prácticas ambientales adecuadas.

El mecanismo consiste en diseñar un esquema tarifario por el cual la generación de residuos sea cuidadosamente costeadada a nivel de los grandes generadores o usuarios (empresas industriales, comerciales o de servicios). El fundamento de este principio es que los generadores - con el objetivo de reducir sus costos - se asimilarán a las prácticas ambientalmente adecuadas. Por ejemplo, si se subsidiara el costo de transporte y disposición, es decir no se cubriera el costo real con la tarifa, o si el generador pagara un cargo fijo por los servicios, no existiría un incentivo para que el generador se adhiera a la implementación de un programa de gestión eficiente de residuos.

B. Plan de Compras a nivel municipal.

Establecer políticas municipales (o provinciales) de gestión que hagan de la reducción en origen una prioridad, y de esa manera generar un significativo impacto general. Al implementar dichas prácticas, el Municipio (y la Provincia) se presentan como ejemplo para los comercios, las industrias y el público en general.

Como norma de aplicación global, los gobiernos pueden decidir comprar productos durables, reutilizables y reparables y evitar comprar productos que solo se utilizan una vez.

4.3.- Recolección

La situación actual en Tres Arroyos es la siguiente:

La municipalidad de Tres Arroyos es dueña de 4 camiones de recolección que trabajan todos los días de 9 a 16 hs. Además el municipio contrata a la empresa Malvinas (servicio privado) quien les provee el servicio de 4 camiones adicionales.

En total, los 8 camiones recolectan un promedio de 32 a 33 ton. de residuos diarios, trabajando de Lunes a Viernes.

No se realiza separación en origen separación de los RSU.

La recolección domiciliar es, en la actualidad, un servicio prestado en la mayoría de las áreas urbanas de la Argentina, ya sea por equipos municipales o por empresas privadas.

Aún cuando los costos de disposición de residuos crecen rápidamente, los costos de su recolección continúan siendo los mayores ítems del presupuesto de manejo de residuos en las comunas.

Según datos de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) este valor es del 80% al 90 % del costo total en la mayoría de los municipios panamericanos

Este dato es importante pues con mejoras pequeñas en la operación de recolección se puede lograr un ahorro significativo en el costo.

Según se expone en el libro de Tchobanoglous et al. (1994) "Gestión Integral de Residuos Sólidos" se puede dividir la recolección en 4 aspectos:

- 1.- El tipo de servicio de recolección proporcionado
- 2.- Los tipos de sistemas de recolección, equipamientos y necesidades de mano de obra
- 3.- Análisis de los sistemas de recolección (incluye relación de componentes para cuantificar la operación de recolección)
- 4.- Metodología general para la puesta en marcha de itinerarios de recolección

4.3.1. Tipo de servicio

Hay dos grupos principales:

La recolección de residuos no seleccionados y la recolección de residuos separados en origen.

La recolección tiende a diversificarse para incluir servicios de recolección de reciclables y de residuos especiales por eso vamos a centrar la explicación en la recolección de residuos separados en origen

La propuesta del trabajo es avanzar con la separación en origen en forma gradual de la siguiente forma:

Primera etapa: Separación en origen de los RSU secos de los RSU húmedos. Los húmedos (recorte de jardín, restos de comida, pañales descartables, papel contaminado, heces de animales domésticos) serán mayormente orgánicos y se van a poder destinar a compostaje y los secos incluyen a toda la fracción mayormente inorgánica y que contiene a los materiales reciclables. Si mezcla secos y mojados se pierde de 25 a 30% de los materiales que podrían reciclarse.

Segunda Etapa: Definir que fracciones de la parte seca deben ser separadas en origen para aumentar su valor de reventa y hacer separación en origen de las mismas. La separación puede terminar en contenedores ubicados en áreas estratégicas de la ciudad o se puede hacer en camiones con capacidad para la recolección diferenciada.

En la implementación de la recolección de reciclables separados en origen, el municipio usualmente debe optar entre:

- 1) Utilizar equipamiento existente.
- 2) Invertir en nuevos equipos y/o los recolectores privados.

Muchas veces se decide comenzar con equipo existente y reemplazarlo cuando se haya adquirido determinada experiencia en la operación, de forma tal que es común arrancar con camiones volcadores, pick-UPS o aún agregar compartimentos a los camiones compactadores donde almacenan los reciclables. (Figura A).

Esta práctica puede ser económica inicialmente pero resulta ineficiente si no permite mantener separados a los materiales reciclables o resultar muy incomodo de operar si obliga a los recolectores a levantar y volcar grandes recipientes para vaciarlos en el camión.

Un vehículo de baja altura, compartimentado, permitiría transportar los reciclables semiseparados lo cual, si bien representa determinaciones más prolongadas, disminuye la posterior selección en planta. Esta solución sin embargo, requiere de experiencia para ajustar el tamaño relativo de los compartimentos a las cantidades de recolección real disponer de separaciones móviles. (Figura B). Inicialmente se podría usar las 3 partes de la Figura B para RSU: Mezclados – Mojados – Secos ya que solo a largo plazo se va a lograr una participación importante de la gente (>a 75%).

FIGURA A

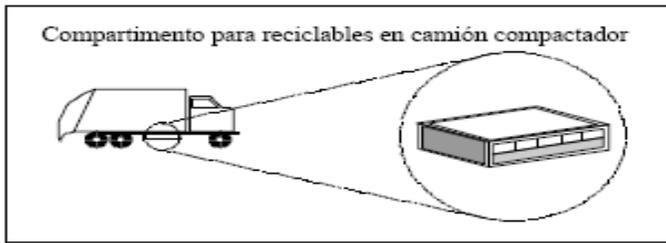


FIGURA B



Las siguientes son las características principales de vehículos utilizados:

| TIPO | COMENTARIO |
|---------------------------------|--|
| Camiones compactadores standard | Los compactadores usados para los RSU no seleccionados se pueden usar para los RSU separados en origen. Los compactadores de carga trasera han sido utilizados para periódicos, cartón y revistas, con remolques acoplados para el vidrio y las latas. Se han usado cargadores frontales para trabajar con grandes contenedores de periódicos recuperados en bloques de viviendas. Algunas ciudades utilizan camiones compactadores de carga trasera y lateral para recoger periódicos una semana y vidrio y latas la siguiente. Donde se recogen vidrio y latas no se utiliza el mecanismo de compactación, porque el vidrio es altamente abrasivo y dañaría la placa compactadora. También, si no se rompe el vidrio es más fácil de seleccionar según sus colores en el lugar de procesamiento. |
| Sistema de contenedor móvil | El sistema de contenedor móvil es esencialmente un marco de acero con una serie de horquillas hidráulicas que se pueden utilizar para transportar grandes cubos. Los remolques varían en tamaño desde tres cubos hasta seis cubos y tienen un tiro bajo de estilo cuello de cisne (quinta rueda). Para cargar el trailer, las horquillas hidráulicas bajan hasta el suelo y los cubos son empujados encima para que las horquillas entren en los canales de la parte inferior del cubo. Entonces se levantan los cubos hidráulicamente y se fijan al marco del trailer. Se pueden dejar una serie de cubos vacíos para reemplazar a los llenos. Se utiliza una camioneta para tirar del trailer. |

| TIPO | COMENTARIO |
|--------------------------------------|---|
| Camión de plataforma modificado | Algunos programas en acera utilizan un camión de plataforma normal con una caja hidráulica de descarga montada en la base del camión. La caja normalmente se divide en tres o cuatro compartimentos y tiene una capacidad estándar de aproximadamente 10 m ³ . |
| Camión de reciclaje con caja abierta | El camión de reciclaje con caja abierta es un vehículo especialmente diseñado con dos o tres cajas abiertas autodescargadoras. Las cajas frontales normalmente son de 3-4 m ³ y se pueden modelar para descargar a la derecha o a la izquierda. La caja trasera, que descarga en la parte posterior, tiene una capacidad de 6-8 m ³ . La cabina se puede diseñar para la conducción de pie en el lado derecho, permitiendo que el conductor controle la función de carga. |
| Camión de reciclaje con caja cerrada | Este camión consiste en una caja de acero cerrada instalada sobre un chasis de camión bajo y una cabina de entrada baja, con controles duales a derecha e izquierda (que permite su operación por una persona). En la caja hay divisores ajustables con bisagras, que se pueden utilizar para crear entre dos y cuatro compartimentos para materiales diferentes. Se abren uno o los dos lados para la carga manual. Las chapas desmontables de aluminio laterales contienen la carga mientras sube el nivel del material. La capacidad global del camión puede variar de 18-23 m ³ . aunque la capacidad operativa con carga manual es de 15 a 19 m ³ . El camión está equipado con un montacargas telescópico montado frontalmente y una bisagra de caja trasera para la descarga. Cada compartimento se vacía por separado abriendo la puerta trasera y la divisoria apropiada e inclinando la caja. |

Para el caso de RSU de Instalaciones Comerciales o Industriales: Se puede gestionar que las empresas de más envergadura inviertan en maquinaria para embalaje de papel y cartón y para prensado de latas.

4.3.2.- Tipos de Sistemas de Recolección

Se puede dividir a los sistemas en dos clases:

1) sistemas de contenedor (SC): Los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos son transportados al lugar de evacuación, vaciados, y devueltos a su localización original o a otra localización.

2) sistemas de caja fija (SCF): Los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos se quedan en el punto de generación, excepto cuando son llevados a la acera o a otro lugar para su vaciado.

En esta sección se explican estos dos tipos de sistemas de recolección y las correspondientes necesidades de personal.

Sistemas de contenedor

Los sistemas de contenedor son idóneos para la recolección de residuos procedentes de centros con una alta tasa de generación porque se utilizan contenedores relativamente grandes. El uso de grandes contenedores reduce el tiempo de manipulación, así como las desagradables acumulaciones y condiciones poco sanitarias asociadas al uso de numerosos contenedores más pequeños.

Otra ventaja de los sistemas de contenedor es su flexibilidad: hay contenedores disponibles en muchos tamaños y formas diferentes para la recolección de todo tipo de residuos.

Como los contenedores utilizados en este sistema normalmente hay que llenarlos manualmente, el uso de contenedores muy grandes a menudo conduce a la utilización baja de su volumen, si no se proporcionan ayudas para la carga, tales como plataformas y rampas.

En este contexto, la utilización del contenedor se define como la fracción del volumen total del contenedor realmente ocupada por residuos.

Mientras los sistemas de contenedor tienen la ventaja de necesitar solamente un camión y un conductor para cumplir el ciclo de la recolección, cada contenedor tomado requiere un viaje de ida y vuelta al lugar de evacuación (u otro punto de transferencia). Por lo tanto, el tamaño y la utilización del contenedor son de gran importancia económica. Es más, cuando hay que recoger residuos fácilmente compactables y transportarlos a largas distancias. Las ventajas económicas de la compactación son claras.

Hay tres clases principales de sistemas de contenedor:

1) Camión elevacontenedor: Con la llegada de vehículos de recolección de gran capacidad y cargados mecánicamente, este sistema es de aplicación solamente en algunos casos limitados. Los más importantes son los siguientes: Para la recolección de residuos por parte de un recolector que opera en un área pequeña y recoge solamente en unos pocos puntos de toma donde se generan una cantidad considerable de residuos. Generalmente, para tales operaciones no se puede justificar económicamente la compra de un equipo de recolección moderno y más eficaz.

Para la recolección de artículos voluminosos y residuos industriales, tales como chatarra y escombros de construcción, ya que no son aptos para la recolección con vehículos de compactación.

2) Camión volquete: Los sistemas que utilizan grandes contenedores cargados al camión volquete son idóneos para la recolección de todos los tipos de residuos sólidos y desechos en localizaciones donde las tasas de generación justifiquen el uso de grandes contenedores. Hay disponibles varios tipos de contenedores grandes para ser usados con los vehículos de recolección camión volquete. Se utilizan contenedores abiertos normalmente en almacenes y en lugares de construcción. Los grandes contenedores utilizados conjuntamente con compactadoras estacionarias son comunes en edificios, servicios comerciales y estaciones de transferencia. Por el gran volumen que se puede transportar, el uso del sistema de contenedor con camión volquete ha llegado a extenderse especialmente entre los recolectores privados que sirven contratos comerciales.

3) Contenedor remolque: La aplicación de los contenedores-remolque es similar a aquella utilizada para los sistemas de contenedor camión volquete. Los contenedores-remolque son los mejores para la recolección de residuos especialmente pesados, tales como arena, madera, metal de chatarra y frecuentemente se utilizan para la recolección de residuos de lugares de demolición y construcción.

Necesidades de personal para el sistema de contenedor transportado: En la mayoría de los sistemas de contenedor transportado se utiliza un único recolector-conductor. El recolector-conductor es el responsable de conducir el vehículo, vaciar los contenedores llenos en el vehículo de recolección, vaciar los contenedores en el lugar de evacuación (o punto de transferencia), y devolver a su sitio los contenedores vacíos. En algunos casos, por razones de seguridad, se utilizan dos personas, un conductor y un ayudante. El ayudante es normalmente el responsable de atar y desatar las cadenas y cables utilizados en la carga y descarga de los contenedores del vehículo de recolección: el conductor es el responsable de la operación del vehículo de recolección.

Sistemas de caja fija

Los sistemas de caja fija se pueden utilizar para la recolección de todo tipo de residuos. Los sistemas varían según el tipo y la cantidad de residuos, tanto como según el número de puntos de generación. Por las ventajas económicas implicadas, casi todos los vehículos de recolección utilizados actualmente van equipados con mecanismos internos de compactación.

Hay dos clases principales:

1) Sistemas que utilizan vehículos cargados mecánicamente: El tamaño y la utilización del contenedor no son tan críticos en los sistemas de caja fija que utilizan vehículos de recolección equipados con un mecanismo de compactación como lo son en sistemas de camión volquete. Los viajes a la instalación de recuperación de materiales (IRM), estación de transferencia o lugar de evacuación se hacen después de haber recogido y compactado los contenidos de varios contenedores y que se llene el vehículo de recolección. Por esta razón, la utilización del conductor en términos de cantidades de residuos transportados es considerablemente mayor en estos sistemas que en sistemas de contenedor.

Hay disponibles una gran variedad de tamaños de contenedores para usar con estos sistemas. Los contenedores varían desde algunos relativamente pequeños (300 lt.) hasta tamaños comparables con aquellos manipulados por un camión volquete. Los contenedores más pequeños ofrecen mayor flexibilidad en términos de forma, facilidad de carga y también conducen a un considerable incremento en su utilización. También se pueden usar estos sistemas para la recolección de residuos domésticos sustituyendo un contenedor grande por varios contenedores pequeños.

Como la carrocería de los camiones es difícil de mantener por los pesos implicados, estos sistemas no son aptos para la recolección de residuos industriales pesados y basuras en bruto, como se producen en lugares de demolición y construcción. Las localizaciones donde se producen altos volúmenes de residuos también son difíciles de servir por las necesidades de espacio que implican un gran número de contenedores.

2) Sistemas con vehículos de recolección cargados manualmente: La mayor aplicación de métodos manuales de carga es en la recolección de residuos domésticos y de la calle. La carga manual puede competir eficazmente con la carga mecánica en las zonas residenciales, porque la cantidad recolección en cada localización es pequeña y el tiempo de carga es corto. Además, se utilizan métodos manuales para la recolección doméstica porque muchos puntos de toma individuales son inaccesibles a los vehículos de recolección mecanizados con carga automática.

Se debe prestar una atención especial al diseño del vehículo de recolección que se va a utilizar con un único recolector-conductor. De momento, parece que un compactador lateralmente cargado, equipado con volante a la derecha y conducción de pie, es el más apto para la recolección en acera y callejón.

Necesidades de personal para sistemas de caja fija: Las necesidades de personal para los sistemas de recolección con caja fija varían según sea la forma de cargar el vehículo de recolección - mecánicamente o manualmente. Las necesidades de mano de obra en los sistemas de caja fija cargada mecánicamente son esencialmente iguales que para los sistemas de contenedor. Cuando se usa un ayudante, el conductor a menudo le ayuda a llevar los contenedores - montados en rodillos - hasta el vehículo de recolección y a devolver los contenedores vacíos. Ocasionalmente, se utiliza un conductor y dos ayudantes cuando hay que mover los contenedores hasta el vehículo de recolección desde lugares inaccesibles, tales como zonas céntricas comerciales muy congestionadas.

En los sistemas de caja fija donde se carga manualmente el vehículo de recolección, el número de recolectores varía de uno a tres en la mayoría de los casos, según el tipo de servicio y el equipamiento de recolección. Normalmente se usan dos personas, un recolector y un conductor, para el servicio de acera y callejón y un equipo multipersonal para el servicio de patio posterior. En los sistemas de recolección con vehículos satélite, se utiliza un recolector- conductor para cada vehículo satélite de recolección. Mientras se cargan los vehículos satélite, el recolector-conductor del vehículo principal recoge los residuos localizados en la acera a lo largo de su itinerario. Aunque los tamaños de equipo anteriormente mencionados representan la práctica actual, hay muchas excepciones. En muchas ciudades se utilizan equipos multipersonales para el servicio en acera tanto como para el servicio de patio posterior.

4.3.3.- Análisis de los Sistemas de Recolección

Las actividades implicadas en la recolección de residuos sólidos se pueden concretar en cuatro operaciones unitarias: 1) toma, 2) transporte, 3) lugar de descarga, y 4) tiempo muerto.

Toma: Para los sistemas **de contenedor** operados de forma convencional, el tiempo de toma (TT_{sc}) se refiere al tiempo transcurrido conduciendo hasta el siguiente contenedor después de haber depositado un contenedor vacío, el tiempo transcurrido en recoger el contenedor cargado, y el tiempo necesario para volver a depositar el contenedor después de haber vaciado su contenido. Para los sistemas de contenedor operado en la forma intercambio de contenedor el tiempo de toma incluye el tiempo necesario para recoger un contenedor cargado y para depositar el contenedor en la siguiente localización después de haber vaciado su contenido.

Para los sistemas de **caja fija**, *tiempo de toma (TT, cf)* se refiere al tiempo transcurrido cargando el vehículo de recolección, comenzando por la parada del vehículo antes de cargar el contenido del primer contenedor y terminando cuando se ha cargado el contenido del último contenedor que hay que vaciar. Las tareas específicas en las operaciones de toma dependen tanto del tipo de vehículo de recolección utilizado como de los métodos de recolección utilizados.

Transporte: Para los sistemas de contenedor, *transporte* representa el tiempo necesario para llegar al lugar donde se va a vaciar el contenido del contenedor (por ejemplo, estación de transferencia, IRM, o lugar de evacuación), comenzando cuando se carga en el camión un contenedor con residuos y continuando con el tiempo transcurrido después de dejar el lugar de descarga hasta que el camión llega al lugar donde se va a redepositar el contenedor vacío. El tiempo de transporte no incluye el tiempo transcurrido en la descarga del contenedor.

2. Para los sistemas de caja fija, e] transporte se refiere a] tiempo requerido hasta llegar a] lugar donde se va a vaciar el contenido del vehículo de recolección (por ejemplo, estación de transferencia, IR M, o lugar de evacuación), comenzando cuando se ha vaciado el último contenedor del itinerario, o e] vehículo de recolección está lleno, y continuando con e] tiempo transcurrido después de dejar el lugar de descarga hasta que el camión llega al lugar donde se encuentra el primer contenedor que hay que vaciar en el siguiente itinerario de recolección.

Lugar de descarga. La unidad de operación *lugar de descarga (ld)* se refiere al tiempo transcurrido en el lugar donde se descarga el contenido del contenedor (sistema de contenedor) o el vehículo de recolección (sistema de caja fija) (por ejemplo, estación de transferencia, IRM, o lugar de evacuación), e incluye tanto el tiempo transcurrido esperando a descargar como el tiempo transcurrido descargando los residuos del contenedor o vehículo de recolección.

Tiempo muerto. La unidad de operación *tiempo muerto (TM)* incluye todo el tiempo transcurrido en actividades que no son productivas desde el punto de vista de la operación global de recolección. Muchas de las actividades asociadas al tiempo muerto a veces son necesarias o inherentes a la operación. Por lo tanto se puede dividir en dos categorías e] tiempo transcurrido en actividades de tiempo muerto: necesario e innecesario. Sin embargo, en la práctica ambos - necesario e innecesario - se consideran conjuntamente porque tienen que ser distribuidos igualmente a lo largo de la operación completa. Tiempo muerto necesario incluye: 1) tiempo transcurrido registrando y saliendo por la mañana y al final del día, 2) tiempo perdido debido a los problemas de tráfico, y 3) tiempo transcurrido en arreglar equipamiento, mantenimiento, etc. Tiempo muerto innecesario incluye el tiempo transcurrido para comer, en exceso del período delimitado para comer, y el tiempo transcurrido en tomar el café sin autorización, hablando con amigos, etc.

Aunque no se va a desarrollar el tema en este trabajo cabe mencionar que las formulas de cálculo para cada sistema son:

Sistema de Contenedor: El tiempo requerido por viaje, que también corresponde al tiempo requerido por contenedor, es igual a la suma del tiempo de toma, el tiempo en el lugar de descarga y el tiempo de transporte, y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$T_{sc} = (TT_{sc} + I_d + tr)$$

T_{sc} = Tiempo por viaje para sistema de contenedor en hs/ viaje

TT_{sc} = Tiempo de toma por viaje para sistema de contenedor en hs/viaje

I_d = Tiempo en el lugar de descarga por viaje, en hs/ viaje

tr = Tiempo de transporte por viaje, en hs/ viaje

Sistema de caja fija: Por las diferencias en los procesos de carga en la siguiente exposición se tratan por separado los sistemas de caja fija mecánica y manualmente cargados.

Vehículos de recolección cargados mecánicamente. Para los sistemas que utilizan vehículos de recolección de carga automática, el tiempo por viaje se expresa como

$$T_{scf} = (TT_{scf} + I_d + a + bx)$$

donde:

T_{scf} = Tiempo por viaje para sistema de caja fija, hs/viaje.

TT_{scf} = Tiempo de toma por viaje para sistema de caja fija, hs/viaje.

s = Tiempo en el lugar de descarga por viaje, hs/viaje.

a = Constante empírica. hs/viaje.

b = Constante empírica, hs/km.

x = Distancia media de viaje de transporte de ida y vuelta, km/viaje.

I_d = Tiempo en el lugar de descarga h/viaje.

Como en el caso de sistema de contenedor, si no hay más información disponible, la distancia media de viaje de ida y vuelta desde el centro de gravedad de la zona de servicio hasta el lugar de evacuación puede calcularse con la ecuación indicada. La única diferencia entre esta ecuación y la ecuación para los sistemas de contenedor es el término toma.

Cada equipo de recolección debería completar diariamente un informe que incluya la siguiente información:

- Cantidad total recolectada (toneladas o metros cúbicos).
- Distancias totales y tiempos empleados entre ida y vuelta a los sitios de disposición.
- Cantidades entregadas a cada uno de los centros, si es que existe más de un sitio de transferencia, disposición o de procesado.
- Tiempos de espera en los centros de disposición o transferencia.
- Cantidad de cargas efectuadas.
- Problemas de operación o de los vehículos que precisan atención.

Se adjunta un cuadro que indica los factores a tener en cuenta y como se calculan

Forma de cálculo de los valores que intervienen en el diseño de un Sistema de Recolección de Residuos

| | |
|---|--|
| <p>1) Cantidad de domicilios atendidos por un vehículo determinado (N) $N = (C \times D) / W$ donde: C = capacidad de vehículo (m³) D = densidad de carga (kg./m³) W = total residuos generados / total domicilios atendidos (kg./dom. atendidos)</p> <p>2) Tiempo requerido para recolectar la carga completa de vehículo (E) $E = N \times L$ donde: L = tiempo necesario para realizar un servicio incluyendo el tiempo de desplazamiento entre uno y otro.</p> <p>3) Número de cargas completas por día de trabajo (n) El número de cargas (n) que una dotación de recolectores puede realizar en un día puede ser estimada en base a la extensión de la jornada de trabajo (T), el tiempo consumido por requisitos administrativos y lapsos de descanso (T1), el requerido por las operaciones de descarga y retorno al circuito (T2) y el tiempo efectivamente empleado en los circuitos de recolección (T3). a) Tiempo empleado en cumplir requisitos administrativos, almuerzo y descansos (T1). $T1 = A + B$ donde: A = tiempo requerido (p. ejem. para impartir instrucciones, modificar recorridos, llenar planillas de operaciones, etc.) B = tiempo para almuerzo y descansos. b) Tiempos empleados en descargas u otros recorridos conexos (T2) $T2 = (n \times H) - F + G + J$ donde:</p> | <p>n = número de descargas por día de trabajo. F = tiempo para volver del lugar de disposición al circuito de recolección. H = tiempo necesario para ir hasta el lugar de disposición, descargar el camión y volver al circuito de recolección. G = tiempo para ir de la playa de estacionamiento del camión hasta el circuito. J = tiempo requerido para volver del sitio de disposición a la playa de estacionamiento.</p> <p>c) Tiempo empleado en los circuitos de recolección (T3) $T3 = n \times E$ donde n y E han sido previamente definidos.</p> <p>d) Extensión de la jornada de trabajo. $T = T1 + T2 + T3$ ecuación donde T viene dada por los convenios o políticas de trabajo a partir de la que, reemplazando T2 y T3 por sus expresiones anteriores, permite determinar el valor de n.</p> <p>4) Cálculo de la cantidad de vehículos y dotaciones (K). $K = (S \times F) / (N \times n \times M)$ donde: S = número total de servicios en el área de recolección. F = frecuencia de recolección (semanal). M = cantidad de días de recolección por semana.</p> <p>5) Cálculo del costo anual en vehículos y mano de obra. $\text{Costo de los vehículos} = \text{depreciación} + \text{mantenimiento} + \text{combustibles} + \text{patente} + \text{habilitación} + \text{seguro} + \text{gastos generales.}$ $\text{Costo de la mano de obra} = \text{salario conductor} + \text{salario operarios} + \text{remuneraciones adicionales} + \text{mano se obra indirecta} + \text{vestimenta y elementos de trabajo} + \text{gastos generales}$</p> |
|---|--|

Fuente: EPA 530 - R - 95 - 023 / Tchobanglos.

4.3.4 Itinerarios de recolección

Una vez determinadas las necesidades de equipamiento y mano de obra, hay que fijar los itinerarios de recolección para utilizar así eficazmente tanto a los recolectores como al equipamiento. En general, el diseño de itinerarios de recolección implica una serie de pruebas. No hay normas fijas que se puedan aplicar a todas las situaciones. Por lo tanto, actualmente el diseño de itinerarios de recolección sigue siendo un proceso de sentido común.

Algunas líneas que se deberían tener en consideración en el diseño de itinerarios son las siguientes:

1. Deben identificarse las políticas y normativas existentes relacionadas con algunos asuntos como el punto de recolección y la frecuencia de recolección.
2. Deben coordinarse las características del sistema existente, tales como el número de operarios y los tipos de vehículos.
3. Cuando sea posible, los itinerarios deberían ser diseñados para que empiecen y terminen cerca de calles principales, utilizando las barreras topográficas y físicas como bordes de itinerario,
4. En zonas de colinas, los itinerarios deberían empezar en la parte más alta y continuar cuesta abajo mientras se cargan los vehículos.
5. Los itinerarios deberían ser diseñados para que el último contenedor que hay que recoger en el itinerario se encuentre localizado lo más cerca posible del lugar de evacuación.
6. Deberían recogerse los residuos localizados en zonas de congestión vial a una hora del día tan temprana como fuera posible.
7. Se deberían servir las fuentes que generan cantidades muy grandes de residuos durante la primera parte del día.
8. Los puntos de toma desperdigados (donde se generan pequeñas cantidades de residuos) que reciben la misma frecuencia de recolección deberían ser servidos, si es posible, durante un solo viaje o en el mismo día.

4.3.4.1.- Trazado de los itinerarios de recolección

Los pasos habituales en el establecimiento de itinerarios de recolección incluyen: 1) preparación de mapas zonales que muestren los datos pertinentes y la información que concierne a las fuentes de generación de residuos 2) análisis de datos y, cuando sea preciso, preparación de tablas sumarias de información 3) trazado preliminar de itinerarios, y 4) evaluación de itinerarios preliminares y desarrollo de itinerarios equilibrados por pruebas sucesivas. El Paso 1 como se argumenta a continuación, es esencialmente el mismo para todos los sistemas de recolección. Pero como la aplicación de los pasos 2, 3 y 4 es diferente para los sistemas de contenedor y caja fija, cada uno se discute por separado.

Hay que resaltar que los itinerarios equilibrados preparados en oficina (paso 4) se dan a los recolectores-conductores, quienes los implantan en campo. Después, basándose en la experiencia de campo del recolector-conductor, se modifica cada itinerario para tener en cuenta las condiciones locales específicas. En los grandes municipios, los supervisores de los itinerarios son los responsables de la preparación de los itinerarios de recolección.

En la mayoría de los casos los itinerarios se basan en la experiencia práctica del supervisor de itinerarios, lograda durante años trabajando en la misma sección. La siguiente exposición está diseñada para reflejar sobre papel lo que la mayoría de los supervisores de itinerarios tienen en sus cabezas.

Trazado de itinerarios de recolección - Paso 1. En un mapa a escala relativamente grande de la zona comercial, industrial o residencial que hay que servir, se deben recoger los siguientes datos para cada punto de toma de residuos sólidos: Localización, frecuencia de recolección y número de contenedores. Si se utiliza un sistema de caja fija cargada mecánicamente para servicios comerciales e industriales, también hay que incluir en el mapa la cantidad estimada de los residuos que se van a recoger en cada punto de toma. Para residuos de origen doméstico, generalmente se supone que se va a recoger aproximadamente la misma cantidad media de residuos por cada fuente. A menudo, para los de origen doméstico se muestra sólo el número de viviendas por bloque.

Como el trazado de itinerarios de recolección implica una serie de pruebas sucesivas, se debe utilizar papel transparente una vez introducidos los datos básicos sobre el mapa de trabajo. Según el tamaño de la zona y el número de puntos de toma, se debería subdividir la zona en áreas que se correspondan aproximadamente con tipos de uso del terreno (por ejemplo, residencial, comercial, industrial). Para localizaciones con menos de 20 a 30 puntos de toma, normalmente este paso no es necesario. Para zonas más grandes puede que sea necesario subdividir aún más cada una de las zonas de usos similares del terreno, teniendo en cuenta factores como tasas de generación de residuos y frecuencia de recolección.

Trazado de itinerarios de recolección. Pasos 2, 3 y 4 para sistemas de contenedor: Se pueden diseñar los pasos 2, 3 Y 4 para el sistema de contenedor de la siguiente forma.

Paso 2. En un programa de hoja de cálculo introduzca: Primero, las siguientes cabeceras: frecuencia de recolección, veces por semana, número de puntos de toma; número total de contenedores; número de viajes. viajes/semana: y una columna individual para cada día de la semana en que se van a recoger residuos. Segundo. determine el número de puntos de toma que necesitan recolecciones múltiples durante la semana (por ejemplo, lunes-viernes o lunes-miércoles). Comience los listados con los lugares que requieran el número más alto de recolecciones semanales (por ejemplo. 5 veces/semana). Tercero, distribuya el número de contenedores que necesitan un servicio de una vez por semana para que el número de contenedores vaciados diariamente sea equilibrado en cada día de recolección. Se pueden definir los itinerarios de recolección preliminares una vez conocida esta información.

Paso 3. Utilizando la información del paso 2, los itinerarios de recolección se pueden diseñar de la siguiente forma.

Empezando en el garaje (o donde se estacione el vehículo de recolección), se debería establecer un itinerario que conecte todos los puntos de toma (contenedores) que hay que servir durante cada día de recolección. El siguiente paso es modificar el itinerario básico para incluir los contenedores adicionales que se van a servir en cada día de recolección. Se debe trazar cada itinerario diario para que comience y termine cerca del

garaje. La operación de recolección debería proceder de una forma lógica, teniendo en cuenta las líneas directrices previamente citadas y las limitaciones específicas locales.

Paso 4. Cuando se hayan trazado los itinerarios preliminares se debería calcular la distancia media que hay que viajar entre contenedores. Si los itinerarios son desequilibrados respecto a la distancia viajada (>15 por 100), se deberían rediseñar para que cada itinerario cubra aproximadamente la misma distancia. En general, hay que probar algunos itinerarios antes de poder seleccionar el itinerario final. Cuando se requiere más de un vehículo de recolección, los itinerarios de recolección para cada zona de servicio y la carga de trabajo por conductor deben trazarse de forma equilibrada.

Trazado de itinerarios de recolección. Pasos 2, 3 Y 4 para sistemas de caja fija (con vehículos de recolección cargados mecánicamente): Los pasos 2, 3 Y 4 para sistemas de caja fija cargados mecánicamente se pueden resumir de la siguiente forma.

Paso 2. Primero, sobre un programa de hoja de cálculo introduzca las siguientes cabeceras: frecuencia de recolección, veces/semana, número de puntos de toma, residuo total, m³/semana; y una columna individual para cada día de la semana durante el cual se van a recoger residuos. Segundo, determine la cantidad de residuos que hay que recoger de los puntos de toma que necesitan recolecciones múltiples durante la semana (por ejemplo, lunes a viernes o lunes, miércoles, viernes) e introduzca la información en la hoja de cálculo. Comience los listados con las localizaciones que requieran el número más alto de recogidas por semana (por ejemplo 5 veces por semana). Tercero: utilizando el volumen real del vehículo de recogida (volumen nominal del vehículo de recolección por relación de compactación), determine la cantidad adicional de residuos que se puede recoger cada día de los puntos que reciban un servicio de una vez por semana. Distribuya la cantidad de residuos para que la cantidad de residuos recogidos (y el número de contenedores vaciados) por viaje sea equilibrado para cada itinerario de recolección. Una vez conocida esta información se pueden trazar los itinerarios de recolección preliminares.

Paso 3. Una vez conocida la información anteriormente mencionada se puede proceder con el trazado del itinerario de recolección de la forma siguiente. Empezando en el garaje (o donde se aparcan los vehículos de recolección) se debería fijar un itinerario que conecte todos los puntos de toma que hay que servir en cada día de recolección. Según la cantidad de residuos que hay que recoger, quizás haya que definir varios itinerarios básicos.

El siguiente paso es modificar el itinerario básico (o itinerarios) para incluir los puntos de toma adicionales que habrá que servir para completar la carga. Estas modificaciones se deberían hacer para que, en general, se sirva la misma zona con cada itinerario de recolección. Para las grandes zonas que han sido subdivididas y son servidas diariamente, será necesario establecer itinerarios básicos en cada zona subdividida, en algunos casos, subdividida a su vez según el número de viajes que hay que hacer cada día.

Paso 4. Cuando se hayan establecido los itinerarios de recolección se debería determinar la cantidad de residuos que hay que recolectar y la distancia de transporte para cada itinerario. En algunos casos quizás sea necesario reajustar los itinerarios de recolección para equilibrar la carga de trabajo. Después de establecer los itinerarios, éstos deben ser dibujados en el mapa maestro.

Trazado de itinerarios de recolección. Pasos 2, 3 Y 4 para sistemas de caja fija (con vehículos de recolección cargados manualmente). Los pasos 2, 3 Y 4 para un sistema de caja fija que se carga manualmente se puede resumir de la siguiente forma.

Paso 2. Estime la cantidad total de residuos que hay que recoger desde los puntos de toma servidos cada día que se lleva a cabo la operación de recolección. Utilizando el volumen efectivo del vehículo de recolección (volumen nominal del vehículo de recolección por relación de compactación) determine el número medio de viviendas en las que hay que recoger residuos durante cada viaje de recolección.

Paso 3. Una vez conocidos los datos anteriormente mencionados, se puede proceder con el trazado del itinerario de recolección de la forma siguiente. Empezando en el garaje trace itinerarios de recolección que incluyan todos los puntos de toma que hay que servir en cada itinerario de recolección. Se deben trazar estos itinerarios para que el último punto de toma sea el más cercano al lugar de evacuación.

Paso 4. Cuando se hayan fijado los itinerarios de recolección, se debería determinar la densidad real del contenedor y la distancia real de transporte de cada itinerario. Utilizando estos datos, se deberían comprobar las necesidades diarias de mano de obra frente al tiempo disponible de trabajo diario. En algunos casos puede que sea necesario reajustar los itinerarios de recolección para equilibrar la carga de trabajo. Después de establecer los itinerarios se deben dibujar en el mapa maestro.

Horarios (aplicable a todos los casos)

Debería prepararse para ser utilizado por el expedidor del transporte y por el departamento de ingeniería un horario maestro para cada itinerario de recolección. El conductor debería preparar un horario para cada itinerario, que incluya la localización y el orden de cada punto de toma que hay que servir. Además cada conductor de camión debería mantener un libro de itinerario. El conductor utilizará el libro de itinerario para comprobar la localización y control. También es un lugar conveniente para registrar cualquier problema de control. La información contenida en el libro de itinerario es útil para modificar los itinerarios de recolección.

4.3.5.- Técnicas alternativas para el análisis de sistemas de recolección

El interés por el análisis de los sistemas de recolección de residuos sólidos crece por el deseo de mejorar (optimizar) la operación de los sistemas existentes, y de desarrollar los datos y las técnicas que se pueden utilizar para diseñar o evaluar sistemas nuevos y futuros. En el pasado y actualmente el diseño y operación de la mayoría de los sistemas operativos sobre RSU se basan en gran parte en la experiencia y la intuición. En un esfuerzo por hacer funcionar los sistemas existentes y diseñar más eficazmente nuevos sistemas, en ocasiones se ha aplicado al análisis de la recolección de residuos la investigación operativa, la simulación de sistemas, y la modelización de operaciones. Una de las razones principales para que no se haya utilizado más ampliamente estas técnicas es el enorme costo asociado a la recolección y el procesamiento de datos de

trabajo de campo. Un acercamiento novedoso al diseño de itinerarios combina una base de datos de información de recolección con un SIG (Sistema de Información Geográfica) que contiene datos de mapas de las calles

4.4.- Relleno Sanitario, Planta de Separación, Biodigestores y Compostaje

Se piensa tener en un mismo predio todas las instalaciones para facilitar su operación y reducir costos de transporte y operativos (vigilancia, costos de cercado de las instalaciones).

El diagrama de flujo de las actividades del predio se muestra en el **ANEXO 1** de este capítulo.

4.4.1.- Biodigestores

Se piensa centralizar el uso de los mismos para toda la actividad de poda de ciudades y campos. Esto determinaría reducir el volumen dispuesto en el relleno ya que el barro de salida se utilizaría luego para actividades de compostaje.

4.4.1. Descripción del Proceso

Hay tres pasos básicos implicados cuando se utiliza el proceso de digestión de Sólidos en baja concentración para producir metano a partir de la fracción orgánica de los RSU.

Como se muestra en la figura el **primer paso** implica la preparación de la fracción orgánica de los RSU. Normalmente en el caso de residuos sólidos no seleccionados, el primer paso implica la recepción, selección, separación y reducción en tamaño. La reducción en tamaño también es necesaria para los materiales separados en origen.

El **segundo paso** implica la adición de humedad y de nutrientes, la mezcla, el ajuste del pH hasta aproximadamente 6,8 y el calentamiento de la masa húmeda entre 55 y 60°C. La digestión anaerobia se lleva a cabo dentro de un biorreactor de flujo continuo cuyo contenido se mezcla completamente. En algunas operaciones se han utilizado una serie de biorreactores discontinuos en vez de uno o más reactores de mezcla completa por flujo continuo. En la mayoría de las operaciones el contenido en humedad y los nutrientes requeridos se añaden a los residuos que se van a procesar, en forma de fangos de aguas residuales o de estiércol de vaca. Según las características químicas de los fangos o del estiércol quizás también tengan que añadirse nutrientes adicionales. Como la formación de espuma y de cortezas ha causado problemas en la digestión de los residuos sólidos, una mezcla adecuada es de una importancia fundamental en el diseño y funcionamiento de tales sistemas.

El **tercer paso** en el proceso implica la captura, almacenamiento y, si es necesario la separación de los componentes gaseosos. Otra tarea que hay que llevar a cabo es la deshidratación y evacuación de los fangos digeridos. Por lo general, el procesamiento de los fangos digeridos producidos por la digestión anaerobia de sólidos en baja concentración es tan caro que apenas se ha utilizado este proceso.

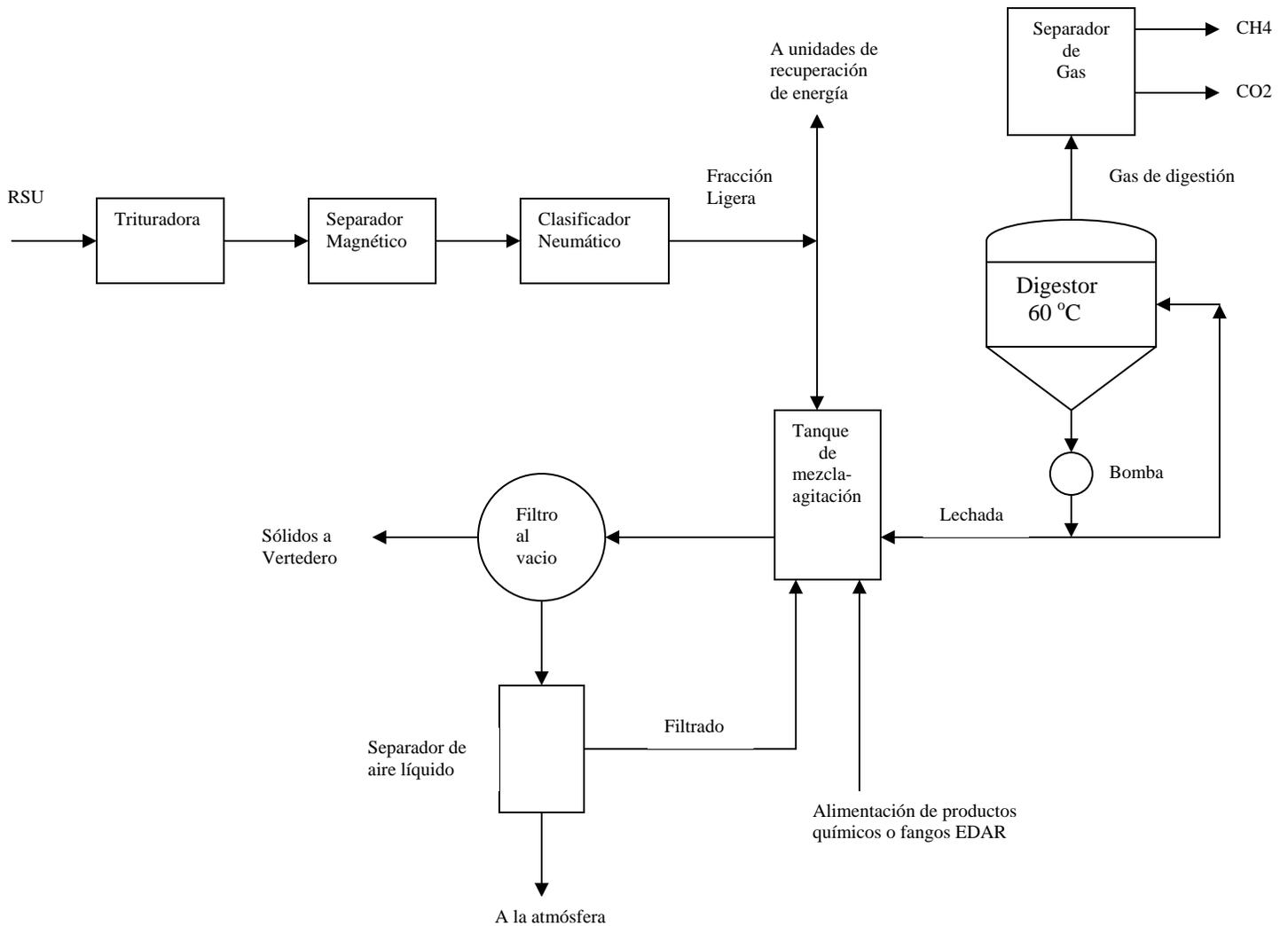


Diagrama de flujo del proceso de digestión anaerobia de sólidos en baja concentración para la fracción orgánica de los RSU

4.4.2.- Microbiología del Proceso

Cuando se lleva a cabo en ausencia de oxígeno el proceso de estabilización anaerobia o la conversión de los materiales orgánicos en los RSU se produce en tres pasos. Como ya se ha explicado el primer paso en el proceso implica la transformación catalizada por enzimas (hidrólisis) de compuestos de masas moleculares más altas a compuestos aptos para ser utilizados como fuente de energía y de tejido celular. El segundo paso implica la conversión bacteriana de los compuestos resultantes del primer paso en compuestos intermedios identificables de masa molecular más baja. El tercer paso implica la conversión bacteriana de los compuestos intermediarios en productos finales sencillos, principalmente metano y dióxido de carbono.

4.4.3.- Consideraciones de diseño del Proceso

Aunque el proceso de la digestión anaerobia de la fracción orgánica de los RSU no se ha desarrollado completamente en la tabla adjunta se resumen algunas de las consideraciones de diseño más importantes. En las operaciones en que residuos sólidos se han mezclado con fangos de aguas residuales, se ha encontrado que el gas recogido de los digestores contiene entre el 50 y el 60 por 100 de metano. También se ha encontrado que se producen aproximadamente 0,6 m³ de gas por kg de sólidos volátiles biodegradables destruidos. Por la diversidad de los resultados presentados en la literatura sobre el tema, se recomienda que se lleven a cabo estudios piloto, si se va a utilizar el proceso de digestión para la conversión de RSU u otros residuos orgánicos. Selección del proceso. La selección del proceso entre los procesos anaerobios es, normalmente entre el proceso de sólidos en baja concentración y el proceso de sólidos en alta concentración, explicado en la siguiente sección. La selección del equipamiento y de las instalaciones para el proceso de digestión anaerobia de sólidos en baja concentración normalmente afecta al tipo de equipamiento de mezcla (mezcladores internos, mezcla interna de gas y mezcla externa con bomba), a la forma del digestor (por ejemplo. circular o en forma de huevo), a los sistemas de control, y a las instalaciones auxiliares necesarias para mezclar los residuos entrantes y deshidratar los fangos digeridos.

Tabla con las consideraciones importantes de diseño para la digestión anaerobia de sólidos en bajas concentraciones de la fracción orgánica de los RSU

| COMPONENTE DE RESIDUOS | OBSERVACIONES |
|--|---|
| Tamaño del material | Los residuos que se van a digerir deberían triturarse hasta un tamaño que no interfiera el funcionamiento eficaz de los mecanismos de alimentación y descarga |
| Equipamiento de mezclado | El equipamiento de mezclado dependerá del tipo de reactor que se vaya a utilizar |
| Porcentaje de residuos sólidos mezclados con fangos | Depende de las características de los fangos |
| Tiempo de retención | Utilizar de 20 a 30 días para el diseño o basar el diseño en resultados de estudios piloto. |
| Tasa de carga basada en sólidos volátiles biodegradables (SVB) | De 6 a 7 kg/m ³ . d. Actualmente no está bien definido. Se ha informado de tasas significativamente más altas. |
| Concentración de sólidos | Del 20 al 35 por 100 (del 22 al 28 por 100 típico). |
| Temperatura | De 30 a 38 °C para un reactor mesofílico y entre 55 y 60 °C para un reactor termofílico |
| Destrucción de SVB | Varía aproximadamente desde el 90 al 98 por 100 según el tiempo bruto de retención y la tasa de carga de SVB. |
| Sólidos totales destruidos | Varía según el contenido de lignina de las alimentaciones. |
| Producción de gas | De 0.625 a 1.0 m ³ /kg de SVB (sólidos volátiles biodegradables) destruidos (CH ₄ = 50 por 100; CO = 50 por 100). |

4.4.2.- Planta de Separación y Compostaje

La Planta de Separación se debe realizar en el mismo predio que se haga el relleno sanitario. Por eso esto debe ser considerado en las dimensiones del terreno a ser comprado. Esto para evitar costos de transporte al relleno.

Se recomienda que sea operada por una cooperativa formada por los que actualmente realizan trabajos informales en el basural con previa capacitación y ayuda coordinada desde el Municipio y con participación del personal del Municipio, las ONG locales y los Ecoclubes de escuelas. Hay un ejemplo de operación bajo este sistema en la PR funcionando en Oncativo Córdoba.

Se recomienda que las instalaciones se inicien con un equipamiento mínimo que se ira completando paulatinamente. Año tras año se incrementan las construcciones, por ampliación de las existentes o por el agregado de nuevas, y se aumenta el equipamiento o perfecciona el existente.

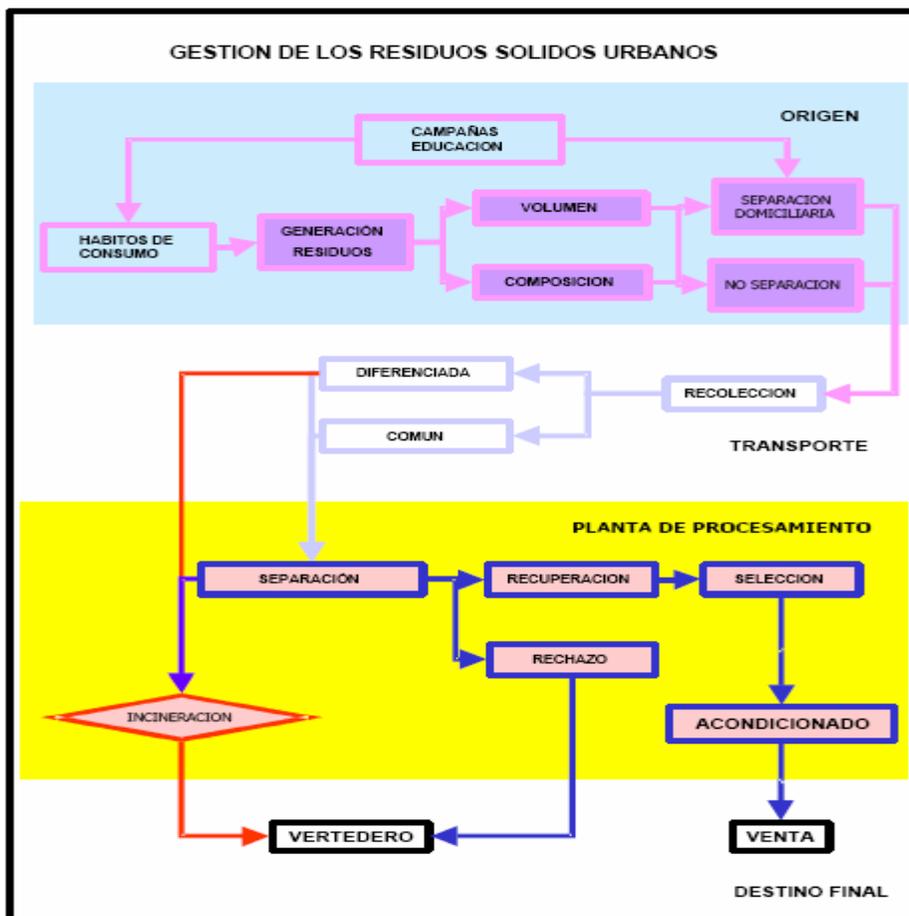
Este es un esquema general de los costos de una PR.



Las plantas de procesamiento o Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) ocupan el tercer lugar en la secuencia:

Generación – Recolección/Transporte - Separación y Acondicionamiento – Destino final.

El diseño, el equipamiento y el funcionamiento de tales plantas están condicionados por las dos primeras fases y afectan la última, debido a la vinculación funcional que se establece entre ellas.



Si bien hay varios factores que condicionan el diseño y la instalación de una planta, como son el presupuesto municipal, la tecnología a emplear y la consideración o no del crecimiento estimado de la población del asentamiento; se supone que sus características deben responder, en primer lugar, a los dos componentes de la generación: el volumen y la composición relativa, a fin de lograr con una inversión mínima un funcionamiento eficaz y razonablemente económico.

De acuerdo al informe de Evaluación de Desempeño de Plantas de Separación de Residuos Sólidos (Plan Nacional de Valorización de Residuos - 2001) la instalación de las Plantas ha logrado, aún con las soluciones más sencillas, disminuir considerablemente la ocupación de territorio municipal por la instalación de los vertederos, así como mejorar el manejo de los existentes.

Paralelamente ha contribuido a disminuir sensiblemente la contaminación provocada por dichos vertederos, ya que al separar la fracción orgánica y algunos inorgánicos los mismos terminan recibiendo principalmente residuos inorgánicos que no atraen insectos y roedores ni producen olores desagradables ni líquidos producidos por la descomposición.

Por otro lado, en los casos de plantas más desarrolladas, se consiguen además ingresos que, aunque no alcanzan para producir ganancias, disminuyen los costos de la disposición final de los RSU.

Otro aspecto no menos interesante, corresponde a los efectos de las instalaciones de que se trata en relación con la ocupación de mano de obra generalmente marginal.

No solo se pueden producir puestos de empleo, sino también modificar totalmente cierto tipo de trabajo, como es el de los trabajadores informales de los basurales, proporcionando remuneraciones mejores y más regulares y, sobre todo, condiciones de trabajo más higiénicas, mediante medidas de seguridad controladas.

En relación con el mismo aspecto puede mencionarse la inducción de puestos de trabajo externos a la planta, que pueden generar estas instalaciones. Por ejemplo la implementación de "Talleres Productivos" sostenidos por la municipalidad. Se trata de pequeñas instalaciones, destinadas a la producción de bolsas de los distintos tipos establecidos para la recolección, para su venta a los vecinos. Una característica interesante de estos talleres es que entrenan y ocupan personal discapacitado.

Finalmente merece comentarse un efecto que se suma a los beneficios mencionados hasta aquí que corresponde a la movilización de alumnos de las escuelas para que actúen en las campañas Municipales de difusión, necesarias para el mejor y menos costoso funcionamiento de las plantas y, en casi todos los casos, la consiguiente generación de "Ecoclubes". En este sentido puede decirse que la instalación de esta clase de plantas, especialmente en las ciudades medianas, resulta ser un válido motivador de participación vecinal.

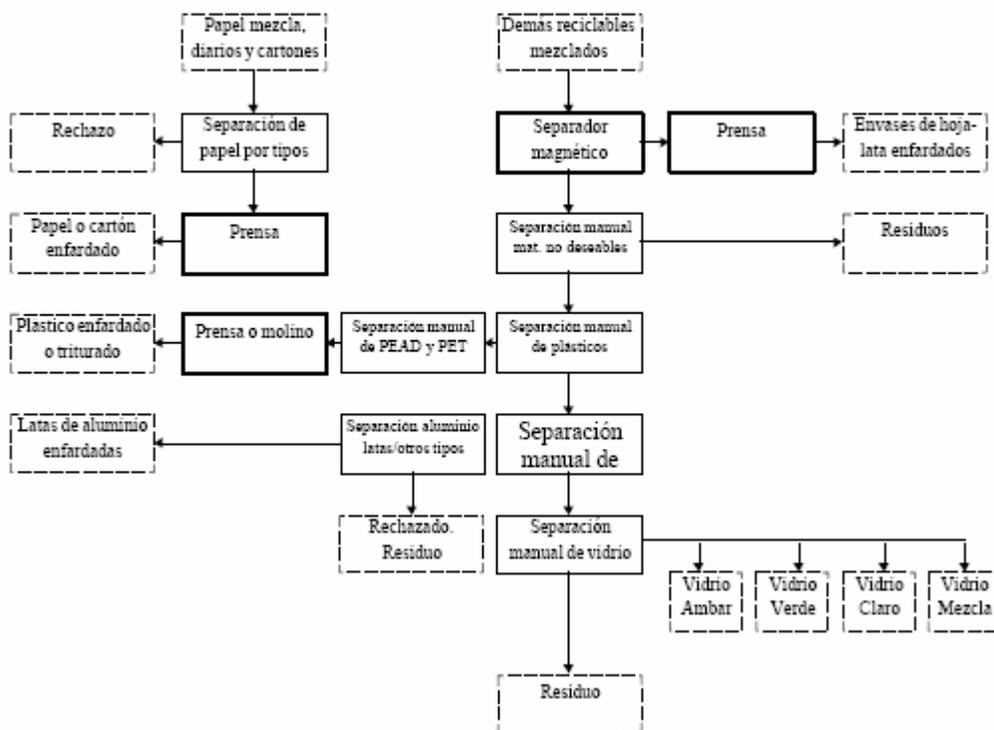
4.4.2.1.- Aspectos Distintivos de una PR

Los aspectos distintivos de estos establecimientos son: el terreno y su ubicación, las construcciones, el equipamiento, el personal y la modalidad del procesamiento.

El siguiente es un esquema de funcionamiento de una Planta que puede adaptarse a este Municipio. Tiene una parte de separación de vidrio que se realiza de otra forma en este Municipio a la fecha:

CUADRO 10

Esquema de funcionamiento de una PR que combine operación manual con procesamiento sencillo



Fuente: Fundación Senda.

4.4.2.2.- Terreno – Ubicación

La ubicación y extensión de los predios destinados a la instalación de las plantas de procesamiento de RSU, esta condicionada por varios factores: El costo y disponibilidad de terrenos de tamaño adecuado, la vecindad de fuentes de agua, la facilidad de desagüe y la disponibilidad de energía eléctrica, así como las características del lugar en relación con la seguridad ambiental y la no producción de molestias a eventuales vecinos.

Es sabido que esta clase de establecimiento puede producir olores, efluentes altamente contaminados, insectos y roedores que deben ser neutralizados mediante técnicas apropiadas. Por las razones apuntadas, la instalación de las plantas relevadas ha sido siempre precedida por estudios que permitieran seleccionar la mejor ubicación entre las alternativas posibles.

El cumplimiento de las condiciones de resguardo ambiental ha sido resuelto mediante ubicaciones en zonas rurales o industriales, a conveniente distancia del casco urbano y de áreas urbanizadas o de urbanización futura, en función del tamaño y características de las instalaciones.

Casi sin excepción los terrenos elegidos tienen una considerable extensión. Su perímetro está cercado con alambrado y con simple o doble barrera verde, se han acondicionado los niveles y realizado las instalaciones para el escurrimiento de las aguas de lluvia y los desagües de los líquidos residuales, y se han parquizado.

Del informe ya mencionado se puede ver que las superficies de los predios y las superficies cubiertas de las PR ya existentes no guardan una relación lineal con el tamaño poblacional o la generación de residuos, como puede verse en los cuadros correspondientes.

Superficie de los predios

| LOCALIDAD | SUP: ha |
|--------------------------------|----------------|
| Las Rosas, Santa Fe. | 0,48 |
| Villa Giardino, Córdoba. | 1 |
| Armstrong, Santa Fe. | 1,50 |
| Maipú, Mendoza. | 1,50 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 3 |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 3 |
| Oberá, Misiones. | 5 |
| Plottier, Neuquén. | 5 |
| Puerto Rico, Misiones. | 6 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 7 |
| Oncativo, Córdoba. | 27 |

Comparación de superficies cubiertas

| LOCALIDAD | SUP.CUBIERTA m ² | POBLACION |
|---|--------------------------------|-----------|
| Villa Giardino, Córdoba. | 0 | 3 800 |
| Las Rosas, Santa Fe. | 96 | 14 000 |
| Oberá, Misiones. | 120 | 43 800 |
| Armstrong, Santa Fe. | 190 | 14 000 |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 247 | 6 000 |
| Puerto Rico, Misiones. | 266 | 16 000 |
| Plottier, Neuquén. | 360 | 25 000 |
| Intendente Alvear, La Pampa | 546 | 7 000 |
| Maipú, Mendoza. | 660 | 105 000 |
| Oncativo, Córdoba. | 860 | 13 000 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 996 | 38 000 |
| Ciudad de Córdoba (Planta de separación) | 1000 | 700 000 |
| Ciudad de Córdoba (Planta vertedero) ⁽¹⁾ | 1630 | 1 400 000 |

1) Incluye instalaciones para patológicos.

En cuanto a la cantidad y clase de construcciones, se observa tanto la existencia de un solo recinto cubierto, como la de arios, cuando se consideró más conveniente diferenciar las zonas de separación de las otras de condicionamiento y depósito de los materiales recuperados.

La construcción principal destinada a los trabajos de separación de los residuos, está complementada en algunos casos por un horno incinerador común o por un recinto diferente, destinado a los hornos de pirólisis y sus espacios complementarios.

Todas o solo algunas de las construcciones de una misma planta tienen cerramientos laterales, completos o parciales. Están construidos con mampostería común, chapa o mixtos. Todos tienen amplias aberturas para facilitar la ventilación de los recintos. Las cubiertas son siempre estructuras livianas, construidas con vigas metálicas reticulares y chapas metálicas o plásticas.

Cuando la construcción es única, está generalmente dividida en compartimentos, para reunir bajo una misma cubierta los espacios para la separación de residuos, el prensado de metales y cartones, el depósito para los distintos tipos de elementos recuperados, el horno incinerador, los vestuarios y oficina administrativa.

Más comúnmente la construcción principal contiene solo las instalaciones para la separación (rampa, plataforma o, más frecuentemente, cintas transportadoras) con o sin las prensas para enfardar envases de aluminio, lata, papel o cartón. En algunas se encuentra también un horno incinerador común.

En ese caso los materiales recuperados son almacenados en depósitos (donde también pueden encontrarse las prensas cuando no están instaladas en el recinto principal) y en boxes externos, a veces cubiertos, destinados a cada clase de material.

Las instalaciones destinadas al personal comprenden generalmente un office, con un artefacto para cocinar, instalaciones sanitarias, duchas y vestuarios, generalmente

situados en recinto separado. También pueden tener una o más construcciones destinadas al control de entrada y báscula.

4.4.2.3.- Equipamiento

El proceso de separación puede efectuarse sobre plataforma o rampa o, más comúnmente, sobre cintas transportadoras.

En general hay una o más cintas transportadoras que se deslizan frente a las distintas "estaciones", cada una correspondiente al material que se va a separar. El obrero recoge el material inorgánico destinado a su "estación" y lo deposita en un contenedor que tiene a su lado.

La cinta transportadora puede estar alimentada de diferentes maneras:

- Manualmente desde una plataforma superior, donde se recibe la descarga de los camiones recolectores en bolsas que un operario va abriendo y volcando en una tolva;
- Mecánicamente desde un nivel inferior mediante una cinta elevadora o, desde su mismo nivel, mediante una cinta de carga horizontal.

Se recomienda solicitar apoyo a la Provincia, las industrias del Municipio y ONG de la zona para la compra de la primera cinta transportadora. Se puede empezar operando en rampas pero el volumen de RSU a procesar sería menor.

Otro equipo necesario es algún tipo de molino triturador, destinado a la preparación del material orgánico, antes de su disposición sobre las instalaciones de compostaje.

Lo mismo sucede con las prensas, por lo general no menos de dos, una para metales y otra para papeles y cartones.

También siempre existen las zarandas, planas o rotativas, manuales o mecánicas, destinadas a las operaciones inherentes al procesamiento del compost.

Las plantas de procesamiento de mayor tamaño suelen además contar con distintos tipos de vehículos, para movilizar los residuos y el material recuperado entre los distintos sectores de la planta, éstos son: palas mecánicas, pequeños tractores y camiones. Se puede adaptar tractores como en el caso del relleno.

Pocas plantas están también dotadas de hornos comunes para la incineración de residuos no recuperables (por ejemplo, pañales, algunos tipos de plásticos y patológicos de origen domiciliario). Donde existen suelen constituir el primer paso para la posterior instalación de hornos ambientalmente menos contaminantes por la emisión de humos y gases.

Sólo en muy pocos casos se ha verificado la presencia de hornos especiales para la pirólisis de los residuos patológicos y residuos peligrosos.

Donde se ha encontrado esta clase de hornos, también existen instalaciones especiales para el acondicionamiento de los vehículos transportadores y los contenedores que se utilizan para la recolección, así como un recinto especialmente

equipado para la particular higienización que requiere el personal que manipula esa clase de residuos.

Se propone en el **ANEXO 2** el equipamiento para operar la planta de separación para el Municipio de Tres Arroyos con una **capacidad de 3.5 ton/día**.

Los siguientes son ejemplos de equipamientos de Plantas de Argentina:

Equipamiento de las plantas

| LOCALIDAD | EQUIPAMIENTO | | | | | |
|--------------------------------|--------------|------------------|---------|------------|-------|-------------|
| | CINTA MOVIL. | PLATAFORMA RAMPA | PRENSAS | HORNOS | OTROS | MAQ /VEHIC. |
| Armstrong, Santa Fe. | no | no | no | no | 2 | no |
| Ciudad de Córdoba (P. vert.) | n/c | n/c | n/c | 1 | 4 | 15 |
| Ciudad de Córdoba (P. separ.) | 2 | n/c | 3 | n/c | 1 | no |
| Intendente Alvear, La Pampa. | no | si | 2 | a instalar | 2 | 2 |
| Las Rosas, Santa Fe. | no | no | no | no | 2 | s/d |
| Maipú, Mendoza. | 4 en serie | n/c | 1 | no | 3 | 3 |
| Oberá, Misiones. | 1 | n/c | 2 | común | 1 | 1 |
| Oncativo, Córdoba. | 4 | n/c | 2 | en prueba | 1 | 1 |
| Plottier, Neuquén. | 1 | n/c | 1 | no | no | 1 |
| Puerto Rico, Misiones. | 1 | n/c | 2 | común | 2 | 1 |
| Trenque Lauquen, B. Aires | 2 c/magnet. | n/c | 2 | 2 pirol. | 8 | 4 |
| Villa Giardino, Córdoba. | no | no | no | no | no | no |
| Villa Gral. Belgrano, Cordoba. | no | si | 1 | no | 1 | no |

4.4.2.4.- Personal Ocupado

Este aspecto de las plantas también ha resultado muy variable entre los casos estudiados. Cabe suponer que su dotación depende principalmente del volumen diario de residuos a manipular y de la tecnología que se usa en la planta e indirectamente, de la modalidad de recolección.

El relevamiento que presenta el informe mencionado, muestra que la dotación del personal de planta varía desde un mínimo de 2 personas a más de 30. Obviamente el primer caso corresponde a una planta instalada en una localidad donde se procesan volúmenes pequeños, sólo de residuos orgánicos, separados en origen y recolectados en recipientes especialmente preparados (Villa Giardino, Córdoba).

Se estima que por el volumen de RSU diario y el equipamiento inicial del Municipio estudiado se van a ocupar unas **9 personas** si:

- Se cuenta con al menos una cinta transportadora al inicio de la operación
- Se procesan las 3.5 Ton/día de RSU de la comunidad.
- Se realiza una separación en origen con recolección diferenciada.

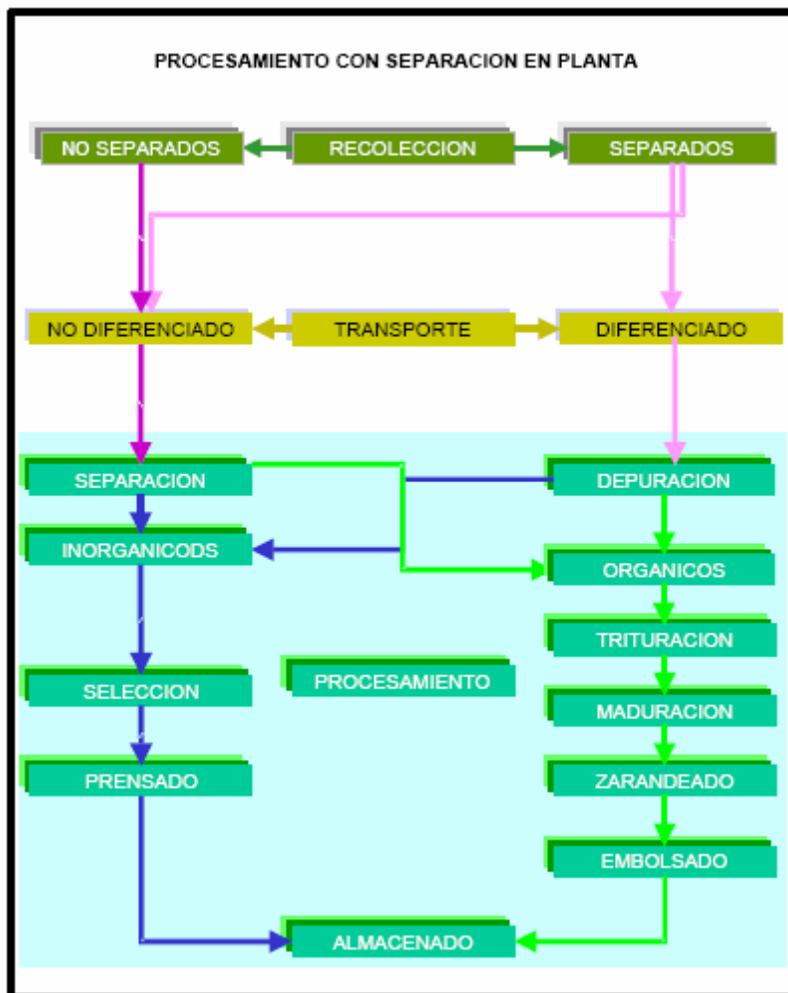
Se recomienda que se proyecte la planta teniendo en cuenta la proyección del crecimiento de la población.

En relación a las funciones que debe cumplir, el personal de planta puede dividirse en:

- Separadores, o sea operarios dispuestos a lo largo de las cinta transportadora (o de la plataforma o rampa, si es el caso) que extraen los materiales que corresponden a la “estación” que atienden;
- Obreros destinados al manejo de las prensas y los depósitos;
- Otros encargados del manejo de las máquinas (zarandas mecánicas, palas mecánicas, tractores, etcétera).

4.4.2.5.- Procesamiento

El siguiente es un esquema típico de procesamiento con separación en la Planta:



Las variantes más importantes del procedimiento esquematizado, corresponden a la utilización de plataformas o rampas para la separación, en lugar de cintas transportadoras.

La diferencia es que en los dos primeros casos los residuos son empujados por cada operario hacia la estación siguiente. En el último, los residuos son desplazados mecánicamente entre las estaciones asignadas a la separación de los diferentes elementos.

Luego del proceso de separación sigue una fase de procesamiento propio de cada tipo de RSU, según se explica en el punto siguiente.

4.4.2.6.- Separación

Residuos Orgánicos

El procesamiento de los residuos orgánicos luego de su depuración o separación, según el método adoptado y la tecnología de la planta mencionados antes (procesamiento en plantas con o sin instalaciones para la separación) tiene por resultado el mismo producto final: compost

La diferencia entre plantas con o sin instalaciones para la separación reside en la forma del tratamiento que el residuo recibe en las fases previas a su disposición sobre las plataformas de compostaje. En un caso el residuo es dispuesto directamente sobre tales plataformas, mientras que en el otro se han encontrado las variantes de separación mencionadas en el punto anterior, dependientes de la modalidad de separación domiciliaria y recolección única o separada.

Luego sigue el procedimiento básico tradicional. El **residuo orgánico** depurado generalmente pasa por un molino triturador que lo acondiciona para su disposición en parvas o montículos, donde se produce su fermentación y transformación en **compost** o se destina a **biodigestores** junto con los residuos de poda.

Para el compost las parvas son removidas periódicamente y regadas para mantener los adecuados niveles de temperatura, requeridos para el proceso.

Luego del proceso de compostaje, cuya duración depende de la tecnología utilizada, el material obtenido es molido y zarandeado y, luego, embolsado para su almacenaje y venta.

Residuos Inorgánicos

Según se ha indicado al comentar las variantes de procedimiento, la separación en planta de esta clase de residuos, está condicionada por los pasos anteriores de separación domiciliaria y recolección.

Cuando la separación en la planta se realiza de manera separada para las bolsas que contienen residuos inorgánicos, el procedimiento, además de proporcionar material más seco, facilita la selección de los diferentes recuperables y disminuye los tiempos operativos. La poca cantidad de residuo orgánico que pueda quedar, sigue hasta el final de la cinta donde es recogido y procesado como se acaba de comentar.

En cada “estación” los residuos inorgánicos son separados y depositados en los respectivos contenedores, dispuestos a lo largo de las instalaciones de separación, al costado del operario correspondiente.

Completada ésta primera fase del procesamiento, siguen las operaciones de acondicionamiento que pueden comprender la selección de algunos de los materiales obtenidos. La modalidad de cada una de las operaciones involucradas, depende principalmente de la facilidad de colocación en el mercado de materiales que se recuperan.

Según sea el caso, los envases de aluminio pueden ser seleccionados entre recipientes comunes y aquellos de productos cosméticos, generalmente de lámina más pesada y, por ello, de mejor venta.

Los otros residuos metálicos, envases de hojalata, alambres y chatarra, también son seleccionados por clase y tamaño para su venta por separado a distintos compradores.

Para todos estos casos la práctica general es el prensado y enfardado del material recuperado y seleccionado, seguido por su almacenamiento en los depósitos de la planta.

En cuanto a los residuos plásticos, estos son seleccionados por tipo, de acuerdo a los requerimientos de las empresas que se dedican a su reciclado. No todos estos residuos son vendibles. Algunos deben ser triturados, otros prensados y otros tienen por destino final el vertedero o la incineración.

La dificultad principal que plantean los plásticos deriva de la variedad de tipos que se encuentran entre los residuos y de la inconveniencia de su mezclado para los procesos de reciclado.

La selección es difícil porque en la mayoría de los casos no están identificados por el sello correspondiente a su calidad, dificultad que hace que los costos de tal práctica superen el valor de venta.

Por esta razón, aquella se limita casi siempre a pocos tipos de plástico fácilmente diferenciables como son, por ejemplo, los envases de plástico pesado.

Por su lado, el papel y el cartón, generalmente por separado, son seleccionados dentro de cada clase según su tipo: diarios, papel común, cartón y cartón ondulado, luego son prensados y enfardados.

Los vidrios son seleccionados según su estado: enteros o fragmentados. Entre los primeros pueden seleccionarse tarros y botellas. La separación según su color dependerá de los canales de venta. Los fragmentados son generalmente triturados para homogeneizar su tamaño.

También se da el caso de que todo el vidrio es triturado, cuando esta resulta ser la forma más conveniente para la venta en zonas donde no se practica el reuso de envases.

Finalmente los distintos materiales son almacenados hasta conseguir volúmenes convenientes para la venta o el trueque.

Todo el residuo remanente del procesamiento es considerado rechazo de planta y su destino final es el relleno sanitario.

4.4.2.7.- Costos, Inversión e Ingresos

Debido al ajustado de los presupuestos Municipales, la mayoría de las plantas y el equipamiento pertinente casi siempre han sido realizados por fases sucesivas, a medida de que los recursos lo permitían.

Los siguientes son ejemplos de Inversión, Costo e Ingresos PR de Argentina del informe de Evaluación de Plantas de Separación donde se pueden ver detalles de cómo los mismos están compuestos y como han sido obtenidos:

Ejemplos de inversión

| LOCALIDAD | INVERSION\$=U\$S | | | |
|--------------------------------|------------------|---------|---------|---------|
| | TOTAL | TERRENO | O.CIVIL | EQUIPAM |
| Las Rosas, Santa Fe. | 6000 | cesión | s/d | s/d |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 65000 | 15 000 | s/d | s/d |
| Puerto Rico, Misiones. | 120000 | s/d | s/d | s/d |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 178900 | 9 000 | 89 000 | 73 000 |
| Plottier, Neuquén. | 300000 | s/d | s/d | s/d |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 450000 | s/d | s/d | s/d |
| Oncativo, Córdoba. | 700000 | s/d | s/d | s/d |
| Armstrong, Santa Fe. | s/d | s/d | s/d | 2400 |
| Oberá, Misiones. | s/d | s/d | s/d | 80 000 |

Relación inversión, población, generación de RSU

| LOCALIDAD | INVERSION | POBLACION | CANT. DE RESIDUOS |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| Las Rosas, Santa Fe. | 6.000 | 14.000 | 4,5 t/sem/org |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 65.000 | 6.000 | 12 m ² /día |
| Puerto Rico, Misiones. | 120.000 | 16.000 | 7 t/día |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 178.900 | 7.000 | 3,5 t/día |
| Plottier, Neuquen. | 300.000 | 25.000 | 16 t/día |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 450.000 | 38.000 | 27 t/día |
| Oncativo, Córdoba. | 700.000 | 13.000 | 18 t/día |

Ejemplos de costos de funcionamiento

| LOCALIDAD | COSTOS FUNCIONAMIENTO \$=u\$/mes | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------|---------|-------|
| | TOTAL | SUELDOS | ENERGIA | OTROS |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 2.800 | 2 500 | s/d | 100 |
| Puerto Rico, Misiones. | 3.403 | 3 027 | 150 | 226 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 4.582 | s/d | s/d | s/d |
| Armstrong, Santa Fe. | 7.379 | 4 661 | 13 | 2 705 |
| Oncativo, Córdoba. | 12 000 ¹ | s/d | s/d | s/d |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 40.000 | 38 000 | s/d | s/d |

1) Calculado a partir del costo por tonelada

Relación Costos de funcionamiento - población

| LOCALIDAD | C. F. TOT. \$/mes | POBLACION | C.F./hab. \$/mes |
|--------------------------------|----------------------|-----------|---------------------|
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 2.600 | 6.000 | 0.43 |
| Puerto Rico, Misiones. | 3.403 | 16.000 | 0.21 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 4.582 | 7.000 | 0.65 |
| Armstrong, Santa Fe. | 7.379 | 14.000 | 0.53 |
| Oncativo, Córdoba. | 12.000 | 13.000 | 0.93 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 40.000 | 38.000 | 1.05 |

Ejemplos de ingresos

| LOCALIDAD | INGRESOS VENTAS \$=U\$\$/mes | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------|--------|
| | TOTAL | ABONO | INORG. |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 3.800 | 1.500 | 2.300 |
| Oncativo, Córdoba. | 2.400 ⁽¹⁾ | s/d | s/d |
| Puerto Rico, Misiones. | 1.540 | 400 | 1.140 |

1) Calculado del estimado por tonelada de RSU

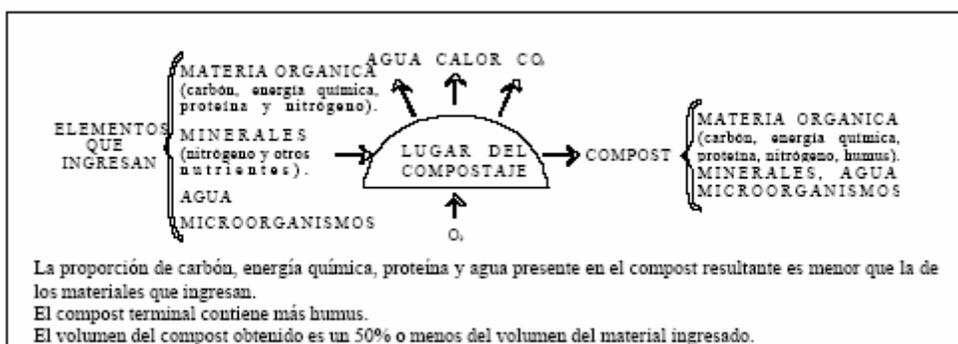
4.4.3.- COMPOSTAJE

Se denomina compostaje al proceso de descomposición biológica que, en presencia de aire, sufren los materiales orgánicos, y que termina produciendo un producto estable de constitución similar al humus (ver Gráfico 1).

Esta biodegradación es un proceso natural, de trámite lento que puede llevarse a cabo tanto en un medio natural como en una instalación artificial.

En este último caso su eficiencia radica en la posibilidad de control de las condiciones ambientales durante la operación. Este control jugará un rol preponderante en acelerar el grado de descomposición y mejorar la calidad del producto final.

GRAFICO 1
El Proceso de Compostaje



Fuente: EPA 530-R-9-023/Ryuk.

El proceso de compostaje (que producirá, además, dióxido de carbono y agua) generará un producto de color oscuro, de consistencia liviana y cuya apariencia y olor terroso, no guarda ninguna similitud con los materiales que lo originaron.

El producto de buena calidad estará libre de semillas u *organismos para las plantas* y, una vez curado, es estable y resistente a posterior descomposición causada por microorganismos.

En términos generales, cualquier material orgánico sujeto a descomposición biológica es "*compostable*" y en ese sentido es importante verlo como materia prima antes que como residuo y en consecuencia considerar el compostaje como un beneficioso proceso de reciclar materiales orgánicos y no como un método de disposición.

4.4.3.1.- Beneficios del Compostaje

Los RSU promedio en nuestro país contienen entre 55% y 75% de materia orgánica (en peso). Adicionalmente, los subproductos de ciertos procesos industriales – alimentación, agricultura y papel- están compuestos, en gran proporción, por materiales orgánicos

Es evidente, entonces, que el compostaje podría reducir substancialmente el volumen de residuos que ingresa actualmente a los basurales y rellenos controlados. Lo que explica su creciente aceptación como parte de los proyectos de tratamiento de residuos municipales.

Si bien el compostaje es considerado una opción viable solo cuando puede ser comercializado, habrá casos donde la sola conveniencia de reducir la cantidad de residuos a disponer (y su costo asociado) justificará su elaboración, aun cuando luego se destine únicamente a atender necesidades municipales o comunitarias.

Más allá de la creciente popularidad del compostaje, son varios los desafíos que plantea a un proyecto que lo incluya. Entre ellos:

- El desarrollo de mercados y nuevos usos.
- La falta de estándares y especificaciones para el producto terminado.
- La insuficiente información sobre el proceso mismo (sobre todo de procesos eficientes de pequeña y mediana envergadura).
- La escasez de técnicas experimentadas en procesos de escala comercial.
- La solución de potenciales problemas de olor.
- El control de la composición del producto.
- La adecuada composición de los procesos biológicos involucrados.
- El planeamiento financiero de la operación

Muchas instalaciones existentes, son de un diseño simplista enfocado en los procesos primarios de la elaboración y descuidan el crucial requerimiento de producir un producto de alta calidad y condiciones de comercialización.

Eso se manifiesta, por ejemplo, en su limitada capacidad de separar los materiales compostables de los que no lo son antes del comienzo del proceso. Dado que la calidad del producto final viene determinada por el tipo de materiales compostados, una inadecuada separación la afectará negativamente.

También es frecuente la falta de instalaciones que permitan un período de cura suficiente como para permitir al compost alcanzar su madurez. La baja calidad del producto así obtenido afectará directamente sus posibilidades de comercialización y, como resultado, la generación de mercados no acompañará el ritmo de la producción tendiendo a descapitalizar al proyecto.

4.4.3.2.- Ubicación de la planta de compostaje

Una de las características más problemáticas de una planta de compostaje es su potencial capacidad de generar olores.

Estos olores pueden ser lo suficientemente molestos como para provocar protestas de los vecinos por lo que es conveniente, en primer lugar, evitar los *lugares cercanos a áreas pobladas*.

También será útil realizar una consideración de las condiciones climáticas del lugar (como ser la dirección de los vientos predominantes).

Una localización en el emplazamiento del relleno sanitario puede ser conveniente en términos de ahorro de costos de transporte de las fracciones no reciclables u no compostables.

Otros aspectos de la ubicación a considerar son:

- Potencial efecto de contaminantes de su superficie y sustrato.
- Efecto de la posible contaminación de aire (polvo, basura, esperas, etc.).
- Distancia a los puntos de generación de los RSU.
- Distancia al relleno sanitario.
- Acceso vial.
- Espacios adyacentes donde se dispersen olores y contaminación visual o sonora.
- Disposición de infraestructura de servicios.
- Tipo de suelo apropiado.
- Condición de inundabilidad o mal drenaje de la zona.
- Limitaciones de zonificación urbanística.
- Espacio para la operación actual y el futuro crecimiento.

El tamaño del predio deberá considerarse en función del espacio requerido por el método de compostaje elegido y por la estimación de la necesidad de almacenamiento (cuatro meses de producción es una previsión razonable).

4.4.3.3.- El compostaje en relación a los métodos de recolección

El siguiente cuadro da una idea de este punto.

Compostaje: Orgánicos separados en origen vs. Orgánicos mezclados

| SEPARADOS EN ORIGEN | MEZCLADOS |
|--|---|
| Ventajas: <ul style="list-style-type: none">• Menor posibilidad de contaminación.• Mayor calidad final del producto.• Menor costo de procesamiento del material.• Promueve la participación de los residentes. | Ventajas: <ul style="list-style-type: none">• No modifica la tarea de recolección.• No implica para los residentes ningún trabajo adicional. |
| Desventajas: <ul style="list-style-type: none">• Requiere tarea (de separación) a realizar por los residentes.• Puede requerir mayor trabajo de recolección y nuevos recipientes o bolsas. | Desventajas: <ul style="list-style-type: none">• Mayor potencial de contaminación (que puede derivar en menor calidad del producto).• Mayor costo de procesamiento. |

Fuente: USEPA 94.

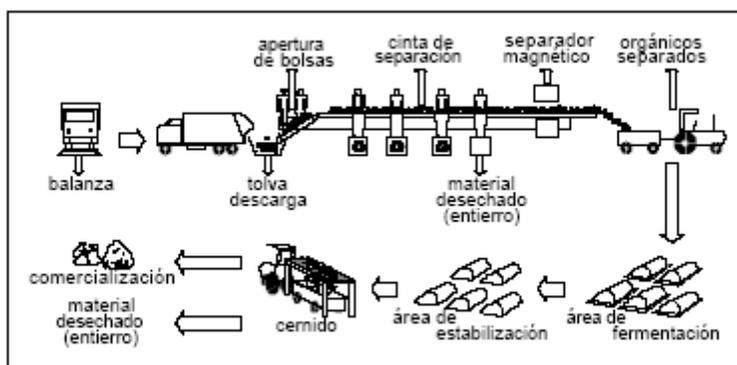
4.4.3.4.- Desarrollo de un proyecto de compostaje

Un proyecto bien formulado y adecuadamente equipado redundará en menores dificultades operativas, podrá producir compost de buena calidad dentro de costos previstos y permitirá identificar y mantener mercados adecuados al tipo y cantidad de compost producido. Estos logros mantendrán, a su vez, el apoyo permanente de la comunidad.

A continuación se enuncian una serie de acciones que deberán ser cumplidas para desarrollar e implementar un proyecto de compostaje exitoso:

- 1) Puntualizar las metas que perseguirá el proyecto de compostaje.
- 2) Establecer fuentes y características del material a ser compostado (recortes verdes y podas, RSU orgánicos separados en origen, RSU mezclados o una combinación).
- 3) Generar consenso político para los cambios que deberán hacerse en el manejo de los residuos por parte de la población.
- 4) Analizar los sitios donde se podría llevar a cabo la operación y su impacto sobre el ambiente.
- 5) Determinar los usos y mercados posibles para el compost producido.
- 6) Iniciar un proyecto de información pública.
- 7) Determinar las cantidades y características del material disponible para compostar.
- 8) Recoger información de proyectos similares en actividad.
- 9) Analizar técnicas de compostaje alternativas y operaciones de recuperación que puedan adicionarse al compostaje.
- 10) Adelantar acuerdos con potenciales consumidores.
- 11) Obtener las autorizaciones o aprobaciones necesarias para el producto y la operación.
- 12) Confeccionar el presupuesto y determinar la financiación.

Esquema de Planta de compostaje para un Municipio Pequeño/Mediano



Fuente: Fundación Salud / Basura Municipal - ADAN.

4.4.3.5.- Metas que perseguirá el proyecto de Compostaje

Los objetivos de un proyecto de compostaje deben ser claramente establecidos en las primeras etapas del plan y, siendo como son la razón de ser del proyecto, deben luego sostenerse a lo largo de los sucesivos pasos del desarrollo y la implementación.

El proyecto puede tener varios objetivos:

- Reducir la cantidad de material enviado a rellenos.
- Reducir los costos de recolección.
- Aumentar la cantidad de material reciclado.
- Impedir que vayan a los rellenos o basurales residuos orgánicos con altos contenidos de humedad.
- Generar material para utilizar como control de erosión en mantenimiento vial u otras aplicaciones.

4.4.3.6.- Compatibilización con operaciones existentes

Para su implementación, un proyecto de compostaje requerirá, en muchos casos, ser compatibilizado con operaciones referidas al manejo de los RSU ya existentes de recolección, procesamiento o disposición.

El compostaje requerirá de algún grado de separación previa. Esta se llevara a cabo en la planta de separación.

Cuando se recolecten todas los RSU mezclados esa misma separación se realiza en la planta.

Así un proyecto de compostaje que parta de recibir residuos mezclados puede ser más económico, durante la recolección, en comparación con la separación en origen que además requiera de un proyecto de educación de los participantes y, posiblemente, recolección diferenciada.

Sin embargo los residuos mezclados requieren mayores gastos en instalaciones y menos mano de obra, esta última por falta de la primera la primera separación en origen.

Por último, e inevitablemente, habrá una fracción de material residual, no recuperable ni compostable que deberá ser dispuesto en un relleno controlado, la existencia del cual por lo tanto deberá ser considerado como parte de cualquier proyecto de compostaje.

En consecuencia una comunidad deberá ponderar los siguientes factores en la consideración del proyecto de compostaje que mejor se ajuste a sus necesidades y objetivos:

- 1) Preferencias del público.
- 2) Costos de recolección y procesamiento.
- 3) Costo de disposición de la fracción residual.
- 4) Existencia de mercados para el tipo de material a producir.
- 5) Mercados de los reciclables no compostables.
- 6) Compatibilidad con las operaciones de manejo de RSU (recolección, procesamiento y disposición) existentes.

4.4.3.7.- Compostaje - Métodos usuales

Los métodos más usuales utilizados en un proceso de compostaje aeróbico son tres: la de disposición en hileras, la pila estática aireada, y la realizada en un recinto cerrado; las que además incluyen en todos los casos operaciones de separación (de elementos no compostables y/o contaminantes), cribado y maduración (estabilización). Descripción de los mismos se encuentra disponible en bibliografía del CEAMSE.

4.4.3.8.- Usos potenciales del compost

Cuando se promueva el uso del compost entre los potenciales compradores/usuarios se deben puntualizar los roles que, como acondicionador de suelos, le son tradicionalmente reconocidos:

- Mejora de permeabilidad de los suelos.
- Aumenta su capacidad de retención de humedad.
- Mejora la retención de nutrientes.
- Actúa como agente moderador del PH.
- Ayuda a regular la temperatura.
- Colabora en el control de la erosión.
- Mejora la aireación.
- Aumenta el contenido de materia orgánica en los terrenos.
- Previene enfermedades de los cultivos.
- Corrige deficiencias en la composición del suelo.
- Reduce la densidad.
- Aumenta la capacidad de intercambio de cationes en los suelos arenosos.

En el caso del Municipio en estudio se puede verificar su uso para agricultura para cultivos en terrenos cedidos por el Municipio para uso de la gente que hoy trabaja en el basural al cielo abierto.

En el siguiente cuadro (Cuadro 5) se detallan los principales campos de aplicación, los usos del compost dentro de ellos y el tipo de producto generalmente requerido.

CUADRO 5

Compost – Campos de aplicación, usos y tipos principales.

| Campo de aplicación | Usos principales | Tipo de producto |
|---|---|---|
| Usuarios Agrícolas y Residenciales • Cultivos de granos y forraje. | Enmienda de suelos, suplemento fertilizante, agregado superficial para mantenimiento de pasturas. | Compost tamizado o no. A granel. |
| • Frutales y hortalizas. | Idem. Agregado superficial para árboles frutales. | Idem. |
| • Parques y jardines residenciales. | Idem. Reemplazo de fertilizantes. | Tamizado. Alto contenido de nutrientes, embolsado. |
| • Cultivos orgánicos. | Reemplazo de fertilizantes. Enmienda de suelo. | Tamizado o no. Alto contenido de nutrientes. A granel. |
| • Césped. | Enmienda de suelo. Agregado sobre césped existente. | Tamizado. A granel. |
| Usuarios comerciales • Cementerios. | Agregado sobre césped existente. Enmienda de suelos. | Tamizado. A granel. |
| • Comercio minorista Supermercados. | Reventa a consumidores de pequeños volúmenes. | Tamizado. Embolsado |
| • Florerías. Ferreterías. Negocios especializados en artículos de refacción y mantenimiento de residencias. | Reventa a consumidores, pequeños volúmenes. | Tamizado. Embolsado. |
| • Instalaciones deportivas. | Agregado sobre césped existente. Enmienda de suelos. Parquización. | Tamizado. Calidad especial para agregado superficial. A granel. |
| Viveros I | Mezcla para macetas y plantines *. Substituto de la turba. Enmienda de suelos. Reventa a pequeños consumidores. | Tamizado. Seco. Alta calidad. A granel y embolsado. |
| Empresas de remediación de suelos. | Enmienda de suelos y agregado capa superior en grandes espacios. * | No tamizado. Mezcla para capa superior. A granel. |
| Empresas urbanizadoras y parquizadoras/paisajistas. | Enmienda de suelos. Suplemento fertilizante. Material para capa superior. | Tamizado. Mezcla para capa superior. A granel. |
| Viveros II | Enmienda y reemplazo de suelos. Reventa a minoristas y jardineros. | Tamizado y no tamizado. Embolsado y a granel. |
| Usuarios municipales. | | |
| Rellenos de residuos. | Cubierta final de rellenos controlados. | No tamizado. Baja calidad. A granel. |
| Departamentos o hectáreas públicas. | Capa final en construcciones viales o civiles. Enmienda de suelos para forestación. | No tamizado y tamizado. Mezcla para capa superior. |
| Escuelas, parques y jardines públicos. | Capa superior para parquización o instalaciones deportivas. | Tamizado. Mezcla para capa superior. |

• **Nota:** Actualmente la tendencia no solo es a limitar la utilización de la turba sino a prohibirla, bajo la presión ecologista que busca preservar las zonas pantanosas donde se da su explotación, la que compromete la nidificación de pájaros y la degradación de las reservas de agua dulce. El compost puede sustituir muy bien a la turba porque no solo contiene materia orgánica, sino también fertilizantes ausentes en esta.

•

Fuente: Fundación senda / EPA 530 – R – 95 – 023 / Rynk.

4.4.4.- Relleno Sanitario

4.4.4.1.- Construcción y operación de un relleno sanitario

El relleno sanitario SEMIMECANIZADO es una alternativa técnica y económicamente factible para poblaciones urbanas y rurales que no tienen la forma de adquirir y mantener el equipo pesado en forma permanente para construir y operar un relleno sanitario convencional. El equipo pesado sería por ejemplo un tractor de orugas o una retroexcavadora

Esta técnica de operación solo requiere equipo pesado para la adecuación del sitio, es decir, para la construcción de la vía interna, la preparación de la base de soporte o la excavación de zanjas y la extracción de material de cobertura de acuerdo con el avance y método de relleno. Este equipo pesado se puede alquilar al gobierno provincial.

Los demás trabajos pueden realizarse con trabajadores y con el apoyo de un tractor agrícola adaptado, lo que permite disponer adecuadamente reducida cantidad de basura generada por empleando mano de obra con poca calificación.

Se estima que este éste Municipio genera 34 ton/día. La manipulación manual al recibir más de 15 toneladas diarias de basura se puede complicar, ya que requiere un mayor número de personas, sobre todo para los procesos de esparcido y compactación y para la extracción y el acarreo del material de cobertura.

Por lo tanto la operación deberá ser apoyada al menos con un tractor agrícola adaptado. Es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación sería un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos (ver figura).

Según datos del informe “Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales” de la OPS/CEPIS en México, después de 18 meses de estudios, pruebas y experimentos, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología estableció: “Adaptando un tractor de 31 HP, en 8 horas de trabajo y con un peón de ayuda, pueden confinar sanitariamente los residuos de poblaciones de hasta 80.000 habitantes, o sea, aproximadamente 40 t/día de basura”.

Ocasionalmente, este mismo equipo podrá emplearse en la realización de algunas obras públicas en el municipio, con lo que se aprovecharía al máximo la inversión realizada.



Tractor agrícola adaptado para las operaciones del relleno sanitario

Porque descarto compra de Equipo Pesado

Con fines comparativos, supongamos que en cada una de las dos poblaciones se utiliza para operar un relleno sanitario un pequeño tractor de orugas de 100 HP con las siguientes características:

Distancia de acarreo: 30 m

Empujador de hoja angulable

Velocidad de regreso: 4 km/h

Rendimientos corregidos para la eficiencia con basura y tierra en rellenos sanitarios:

| Material | Rendimientos del equipo ^a (m ³ /h) |
|--|---|
| • Basura | 37 |
| • Tierra | 14 |
| ^a Los valores presentados son generales y solo deben servir como guía para el cálculo. Los rendimientos en cada región pueden ser consultados con los proveedores de los equipos. | |

Los cálculos indican que una ciudad de 250.000 habitantes requiere un tractor de orugas que trabaje una jornada completa (8 horas/día), incluso horas extra pues el calculo (**ver ANEXO 3**) para el uso en la basura y en la cobertura con tierra da mas de 14 horas. Pero de ninguna manera se justifica este equipo para una población de 55.000 habitantes que da **unas 3.84 horas (ver ANEXO 3)**.

4.4.4.2.- Consideraciones para la Construcción y Operación

4.4.4.2.1.- Planificación

La planificación inicial sentará las bases para las diferentes actividades que se deberán cumplir. Esta fase consiste en la evaluación de criterios para la selección del sitio y de las diversas alternativas de terrenos para su localización, diseño, construcción, operación, mantenimiento y monitoreo. La planificación, además, permite contar con la información básica sobre la población beneficiada; la procedencia, cantidad y calidad de RSU; el uso futuro del terreno una vez clausurado el relleno sanitario; los recursos para su financiamiento y la asesoría de un profesional competente.

La planificación debe incluir un programa de información al público que explique cuáles son las ventajas y desventajas de la implantación de un relleno sanitario y la importancia de la clausura del botadero de basura. El apoyo del público es una de las metas que debe procurar cualquier administración local que esté interesada en construir esta obra de saneamiento básico, puesto que sin este respaldo es muy probable que ella no pueda llevarse a la práctica o que su operación y mantenimiento sean deficientes.

Tanto la administración como la comunidad en general deben tener presente que un relleno sanitario manual, como cualquier obra de saneamiento básico, requiere recursos para su financiación en lo que concierne a los estudios para la selección del sitio, el diseño, la construcción y la fase inicial de operación. Igualmente, durante todo el tiempo de su vida útil, la administración municipal, o quien opere el sistema, debe incluir en el presupuesto un rubro para la operación y mantenimiento del relleno.

Es fundamental que la población sea consciente de los beneficios que le reporta eliminar el botadero de basura municipal y construir un relleno sanitario, así como del costo que demanda este proyecto. Si la comunidad está dispuesta a pagar, se garantizará la sostenibilidad de un buen servicio de limpieza pública y de la operación y el mantenimiento de la obra.

Esta concientización se debe realizar por medio de un programa de difusión enmarcada en la estrategia de comunicación explicada antes en este informe.

Todo usuario o generador de RSU debe cumplir con pagar una tarifa, la que debe ser estimada de acuerdo con su capacidad económica si desea obtener un buen servicio de aseo urbano que, sin lugar a dudas, contribuirá a mejorar la calidad de vida de toda la población.

Uso futuro del relleno sanitario

El terreno de un relleno sanitario clausurado se presta para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como un parque, un campo deportivo o una zona verde.

No se recomienda la construcción de edificaciones, viviendas, escuelas ni infraestructura pesada sobre la superficie del relleno, debido a su poca capacidad para soportar estructuras pesadas, además de los problemas que pueden ocasionar los hundimientos y la generación de gases.

Para la recuperación del paisaje es conveniente la siembra de plantas de raíces cortas y césped o grama. En muchos casos, después de la cobertura final, el pasto crece en forma espontánea.

Síntesis de Conclusiones:

Habiendo realizado un análisis de las condiciones locales del municipio:

- Hay disponibilidad de material de cobertura
- Hay terrenos municipales disponibles
- El clima asegura menos de 300 mm de lluvias anuales
- Hay mano de obra disponible en las familias que separan basura en el basurero a cielo abierto
- La construcción se debe realizar con equipo pesado alquilado a la provincia.
- La operación de un relleno sanitario debe ser semimecanizada

4.4.4.2.2.- Selección del Sitio

Los siguientes son en líneas generales las etapas para Selección del Sitio:

Cronograma de actividades para el proceso de implantación de un relleno sanitario

| Actividad | 1 mes | 2 mes | 3 mes | 4 mes | 5 mes | 6 mes |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| • Gestiones preliminares | | | | | | |
| • Toma de decisión de autoridades locales • Programa de educación sanitaria para la población • Consulta con entidades financieras | | | | | | |
| • Identificación del sitio y sus alrededores | | | | | | |
| • Presentación de alternativas a las autoridades locales • Selección del sitio y negociación • Legalización del terreno (saneamiento fiscal) • Levantamiento topográfico y preparación del plano | | | | | | |
| • Estudios y diseño (incluye presupuesto) | | | | | | |
| • Presentación a las autoridades y comunidad vecina • Consecución de recursos de crédito para la inversión | | | | | | |
| • Preparación del terreno | | | | | | |
| • Limpieza y desmonte • Preparación del suelo de soporte • Corte de taludes | | | | | | |
| • Construcción de la infraestructura periférica | | | | | | |
| • Camino de acceso al terreno • Drenaje pluvial • Desvío y aislamiento de eventuales cursos de agua | | | | | | |
| • Construcción de la infraestructura del relleno | | | | | | |
| • Caminos internos • Drenaje pluvial perimetral e interno • Drenaje de líquido lixiviado o percolado • Drenaje de gases | | | | | | |
| • Construcciones auxiliares | | | | | | |
| • Encerramiento perimetral • Arborización perimetral • Caseta de control (con instalaciones sanitarias) • Valla publicitaria o cartel de presentación • Pozos de monitoreo | | | | | | |
| • Clausura del (de los) botadero(s) local(es) | | | | | | |
| • Exterminio de roedores y artrópodos • Cubrimiento con tierra y apisonado • Encerramiento • Avisos de prensa y cartel de clausura | | | | | | |
| • Inicio de la operación del relleno sanitario manual | | | | | | |

Fuente: Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales de la OPS/CEPIS – Jorge Jaramillo Universidad de Antioquia Colombia

Se describen a continuación algunos de ellos a continuación:

Participación de la Autoridades Locales y la Población: Presentación del Proyecto a las autoridades Locales desde el área ambiental del Municipio cuando se han definido las opciones de sitios disponibles. Esto se presenta al consejo municipal y con participación de la población para comentar y objetar las propuestas.

Aspectos Técnicos: Conocer el Plan de Ordenamiento Territorial a fin de tener en cuenta la delimitación del perímetro urbano, usos permitidos del suelo. Localización debe estar al menos a **2,5 km del radio urbano** y ubicado en el sentido de crecimiento de la urbanización. Tener en cuenta zonas arqueológicas o de protección especial. El sitio de estar a no más de 30 minutos (ida y vuelta) para que no repercuta en el costo de transporte y en el servicio de recolección.

Investigación de Campo: Vías de acceso. El terreno deberá estar cerca de una vía principal (como una ruta por ejemplo) para que sea de fácil acceso y resulten más económicos el transporte de los RSM y la construcción de la vía de penetración interna. Esta deberá permitir el ingreso fácil, seguro y rápido de los vehículos recolectores en todas las épocas de año.

Condiciones Hidrogeológicas: Antes de negociar sobre el terreno, es importante analizar el tipo de suelo sobre el que se construirá el relleno sanitario, el cual deberá ser impermeable, es decir, arcilloso; de lo contrario, se debe impermeabilizar con una capa de arcilla compactada de 0,30 metros de espesor o, en última instancia, con una geomembrana de PVC o polietileno de alta densidad.

En algunos casos, es conveniente probar la permeabilidad del suelo que servirá de base al futuro relleno a fin de evitar la contaminación del acuífero. Conviene recordar que la capacidad de campo de la tierra de cobertura y la basura influyen para que no se liberen líquidos. Igualmente, se requiere evaluar la profundidad del manto freático o aguas subterráneas. Se recomienda tener **por lo menos una distancia de 1,0 metros entre el nivel freático y los residuos sólidos** cuando se tenga material limo-arcilloso.

Para la construcción de rellenos sanitarios manuales, dada la poca cantidad y tipo de RSM que se dispondrán se pueden admitir excepciones en cuanto a la exigencia de impermeabilizar el sitio.

En otras palabras, se considera que no es necesario impermeabilizar el terreno en los siguientes casos: en zonas donde prácticamente no llueve o donde las lluvias rara vez superan los 300 mm/año; en lugares cuyo clima es muy seco o la radiación solar es alta y donde la poca humedad que contiene la basura se pierde fácilmente por evaporación; o donde la profundidad del nivel freático es mayor de 30 metros.

Este es el caso del Municipio hay terrenos que cumplen con las características requeridas en la zona indicada.

Geología y características específicas del suelo del terreno: Estos son algunos de los factores más importantes que hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar el sitio. Gracias a estos se puede obtener información acerca de posibles desplazamientos de las infiltraciones de agua y de una eventual contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Al mismo tiempo, el estudio del suelo permite evaluar la estabilidad del terreno y la localización y calidad del banco de material de cobertura. En lo posible, se debe recurrir a los servicios de un geólogo o de otro profesional con conocimientos en estos temas.

A continuación, se hará una breve descripción de los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el análisis y la evaluación cualquier terreno:

Tipo de suelo: un relleno sanitario debe estar localizado de preferencia sobre un terreno cuya base sean suelos areno-limo-arcillosos (arena gruesa gredosa, greda franco-arcillosa); también son adecuados los limo-arcillosos (franco-limoso pesado, franco-limo-arcilloso, arcillo-limoso liviano) y los arcillo-limosos (arcillo-limoso pesado y arcilloso). Es mejor evitar los terrenos areno-limosos (franco-arenosos) porque son muy permeables.

Permeabilidad del suelo: es la mayor o menor facilidad con que la percolación del agua ocurre a través de un suelo. El coeficiente de permeabilidad (k) es un indicador de la mayor o menor dificultad con que un suelo resiste a la percolación del agua a través de sus poros. En otras palabras, es la velocidad con la que el agua atraviesa los diferentes tipos de suelo.

Para ilustrar mejor lo anterior, presentamos la figura 5.1, donde se aprecia el tipo de suelo y su relación con el coeficiente de permeabilidad.

El coeficiente de permeabilidad k de los suelos puede ser determinado en el campo, si es que se desea saber con certeza si ahí se puede construir o no un relleno sanitario.

Coefficiente de permeabilidad k (cm/s)
(Escala logarítmica)

| k (cm/s) | 10^2 | 10^1 | 10 | 10^{-1} | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} |
|--------------------------|------------------------|--|----|-----------|--|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|-----------|
| Drenaje | Bueno | | | | | | Malo | | Prácticamente impermeable | | | |
| Relleno sanitario | Pésimo | | | | | | | | | Bueno | | |
| Tipo de suelo | Grava gruesa (cascajo) | Arena limpia, arena mezclada con grava | | | Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla | | | | Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización | | | |
| | | Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización | | | | | | | | | | |

Figura 5.1
Relación entre el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y su aceptación para drenaje y relleno sanitario

Cuadro B.4
Características hidráulicas del suelo

| Textura del suelo | Permeabilidad cm/hora | Percolación min/2,5 cm | Observación |
|---|-----------------------|------------------------|---|
| Arena | > 15 | < 10 ^a | Muy permeables, inadecuados para construir un relleno sanitario |
| Franco-arenosa Franco-limosa-porosa Franco-arcillosa-limosa | 0,5 a 15 | 10 a 45 | Inadecuados para disponer los residuos sólidos |
| Arcillosa-compacta Franco-limosa Franco-arcillosa-limosa | < 0,5 | > 60 | Impermeables, buenos para disponer los residuos sólidos |

^a Terrenos muy permeables o permeables no son adecuados para la disposición de residuos sólidos.

CUADRO 3

Tipos de Membranas

- **Membranas arcillosas:**
Para lograr que la membrana de suelo arcilloso posea valores de permeabilidad inferiores a 10-7 centímetros por segundo deberán realizarse previamente ensayos para determinar el contenido de humedad y el grado de compactación necesarios a alcanzar durante su construcción (algunas especificaciones constructivas típicas son: pendiente del fondo 4 %, pendiente de los laterales 3:1, compactación 95 %).
 - **Membranas flexibles:**
La utilización de membranas flexibles puede obedecer a diferentes razones: evitar previsible filtraciones a través de la membrana arcillosa, minimizar la ocupación por las membranas del volumen de relleno disponible o reducir costos en aquellos casos en que el material adecuado para la construcción de membranas arcillosas no exista en la zona.
- Al considerar la instalación de una membrana flexible debe verificarse su resistencia y compatibilidad con los residuos y su capacidad de permitir un buen sellado entre sus paños. Por otra parte su instalación deberá hacerse sobre una superficie firme y uniforme para evitar cortes y roturas. El espesor típico de una membrana flexible es de 1 a 2 mm.

Vida útil del terreno Es deseable que la capacidad del sitio sea suficientemente grande para permitir su utilización por un mínimo de cinco años, a fin de que su vida útil se compatibilice con la gestión, los costos de adecuación y las obras de infraestructura. Pero esto no quiere decir que si se dispone de terrenos con una capacidad menor, estos deban ser descartados de plano. Es probable que en estos terrenos pequeños se pueda construir obras piloto que permitirán ganar la confianza de la población, con el objeto de acceder después a otros con una mayor vida útil.

La extensión del terreno requerida para la construcción de un relleno sanitario manual en una población pequeña, debe tener en cuenta la generación diaria per cápita de RSM, la densidad de compactación del relleno, el volumen del material de cobertura, la profundidad o altura del relleno y las áreas adicionales para la infraestructura y retiros como zonas de amortiguamiento de impactos ambientales.

Costos del terreno y de las obras de infraestructura: Una vez preseleccionados los terrenos más adecuados para la construcción del relleno sanitario, es prioritario averiguar a quién pertenece la propiedad, si está en venta o es factible de negociar y especialmente cuál es su valor. Es frecuente que el propietario quiera especular con su valor cuando se entera del interés del municipio por el terreno. El Municipio podría apelar al recurso legal de “declaratoria de utilidad pública”, con lo que el avalúo del predio se hará de acuerdo con los registros de catastro.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el costo que requieren las obras de infraestructura a fin de ingresar y preparar el terreno y de hacerlo apto para recibir los residuos de la población. Siempre es conveniente calcular el valor de las obras y, por supuesto, compararlo con los recursos de que dispone el municipio para que en el futuro no se abandone el proyecto por falta de presupuesto. Si estas inversiones resultan muy altas y se prevé que están fuera de las posibilidades del municipio, es mejor buscar otro terreno.

Levantamiento topográfico: Una vez definido el sitio y adquirida la propiedad del terreno por el municipio, se contratará el levantamiento topográfico y se solicitará el plano con el terreno original a una escala de 1:250 ó 1:500, con las elevaciones representadas con curvas de nivel por cada metro y acotadas cada cinco metros. El lindero, la identificación de los terrenos vecinos, la ubicación de la vía principal, el camino de acceso, el drenaje natural, la localización del banco de material y otras características especiales pueden ser señalados en este plano.

En caso de que no se cuente con personal profesional o capacitado para esta actividad, el municipio puede contratar a un topógrafo bajo la orientación del técnico especialista o solicitar este servicio a la Secretaría de Salud u Obras Públicas de la región o del Estado.

En comunidades muy pequeñas, donde no sea posible contar con equipos de topografía o niveles de precisión para determinar el área del terreno y su capacidad volumétrica, se pueden levantar las medidas con cinta métrica y nivel de mano. En casos extremos de proyectos más sencillos, una manguera es suficiente, dado que estas obras no requerirán mayor precisión.

4.4.4.2.3 Diseño del Relleno

Generalidades

Los siguientes pasos se encuentran detallados en el informe Guía para la Construcción de Rellenos Sanitarios Manuales y son los básicos para el diseño del relleno sanitario

- 1- Información básica: Esto incluye: Aspectos demográficos, Generación y Características de los RSU, Características del terreno, Condiciones climatológicas, Identificación de las normas vigentes
- 2- Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario: Volumen de residuos sólidos, Volumen del material de cobertura, Volumen del relleno sanitario
- 3- Cálculo del área requerida
- 4- Diseño de taludes
- 5- Selección del método de relleno: Método de zanja o trinchera, Método de área
- 6- Cálculo de la capacidad volumétrica del sitio: Volúmenes de gran longitud (alrededor de un eje), Volúmenes de gran extensión
- 7- Cálculo de la vida útil del terreno vs. Volumen acumulado del relleno
- 8- Diseño del canal interceptor de aguas de escorrentía
- 9- Generación de lixiviado o percolado: Cálculo de la generación de lixiviado o percolado, Diseño del sistema de drenaje de lixiviado
- 10- Monitoreo de la calidad del agua: Localización de los pozos de monitoreo, parámetros más representativos para el análisis de aguas y lixiviado
- 11- Cálculo de la celda diaria: Cantidad de RSM que se debe disponer, Volumen de la celda diaria, Dimensiones de la celda diaria
- 12- Cálculo de la mano de obra
- 13- Proyecto paisajístico (opcional)
- 14- Análisis de impactos socioambientales

A continuación se dan algunos detalles que consideramos relevantes en esta etapa.

4.4.4.2.3.1 Cálculo del Volumen y Área del Relleno

Estos son los resultados del diseño. El detalle del cálculo se encuentra en el **ANEXO 4**. Los resultados principales son los siguientes

Hipótesis principales:

- Una tasa de crecimiento de la población de 0.4 % con crecimiento geométrico
- Una tasa de generación por habitante por día con 1% de incremento anual
- Que el material de cobertura representa el 20% del volumen anual compactado
- Que la densidad del relleno compactado es de 450 kg/m³ y del relleno estabilizado es de 600 kg/m³
- Una profundidad media del relleno sanitario de 5 metros
- Un factor de aumento del área del relleno de 100 % debido área requerida para las vías de acceso, áreas de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, planta de separación y compostaje, biodigestores y factores sociales (aislo por olor)

Generación de Basura en 5 años: 66.79 toneladas

Volumen necesario del relleno en 5 años: 173783 m³

Área total para 5 años: 59086 m² = 5,9 ha

4.4.4.2.3.2 Diseño de los taludes

Los rellenos sanitarios para residuos urbanos son obras de ingeniería construidas en el suelo y muchas de sus estructuras o partes son ejecutadas con tierra.

Entre las principales obras de un relleno figuran: construcción de terraplenes o diques de contención, construcción de bermas de equilibrio, excavación de trincheras, excavación de canales de drenaje, construcción de accesos en tierra y de capas de tierra compactada para impermeabilización o protección.

En las etapas de construcción y operación, uno de los principales aspectos que se debe tener en cuenta para los rellenos sanitarios manuales es la estabilidad de los taludes de tierra y de los terraplenes de basura.

En la Guía de Construcción para Rellenos Sanitarios Manuales se dan detalles de posibles diseños.

4.4.4.2.3.3 Selección del Método de Relleno

El diseño del relleno sanitario depende del método adoptado, trinchera, área o su combinación, de acuerdo con las condiciones topográficas del sitio, las características del suelo y la profundidad del nivel freático.

El diseño debe presentar de la siguiente manera los planos que orienten la construcción del relleno sanitario:

Conformación del terreno original: La conformación del terreno original es obtenida a partir del levantamiento topográfico del sitio donde se construirá el relleno sanitario, y es necesaria para elaborar los cálculos y el diseño de la obra

Configuración inicial del desplante o suelo de soporte: Generalmente, el sitio seleccionado debe ser preparado, tanto para construir las obras de infraestructura necesarias como para brindar una adecuada base de soporte al relleno sanitario y obtener el material de cobertura del propio terreno. Estos cambios se presentan en un plano topográfico a fin de orientar al constructor en el movimiento de tierras

Configuración final del relleno: Es la conformación del terreno una vez que se termine su vida útil. Es importante representarla en un plano topográfico para presentar los niveles máximos que alcanzará la obra de acuerdo con la visión del proyectista

Como ejemplo: Si se utiliza el Método de la Zanja o Trinchera

Dado que el Municipio no cuenta con un tractor de oruga o una retroexcavadora, se recomienda su arriendo o préstamo para la excavación periódica de las zanjas, que deberán tener una vida útil de 60 a 90 días. De esta forma, se evitará el empleo constante de la maquinaria. Por ello se deberá planificar la excavación de las zanjas para todo el año, dependiendo de la disponibilidad del equipo, cuyos costos de renta deben ser incluidos en el presupuesto general.

Antes de que se complete el periodo de vida útil de la zanja, se debe contar con el equipo para proceder a la excavación de una nueva zanja, con el objeto de poder realizar la disposición sanitaria final de los RSM y proteger el ambiente. De lo contrario, el servicio se vería interrumpido y el lugar podría convertirse en un botadero a cielo abierto.

Tener en cuenta los siguientes puntos:

- Orientación para la localización de las zanjas
- Volumen de la zanja
- Dimensiones de la zanja
- Tiempo de Maquinaria
- Vida útil del terreno

4.4.4.2.3.4 Cálculo de la Capacidad Volumétrica del Sitio

Hay diferentes métodos como por ejemplo:

Métodos para volúmenes de poca extensión:

Calculo por la regla de Simpson
Calculo por la regla del Prismoide
Volumen a partir de áreas extremas

Métodos para Volúmenes de gran extensión:

Método de la retícula
A partir de curvas de nivel

4.4.4.2.3.5.- Diseño del Canal Interceptor de Aguas de Escorrentía y Generación de Lixiviado

Es importante estudiar la precipitación pluvial del lugar, con el fin de establecer las características de los drenajes perimetrales y las obras necesarias. Así se minimizará la producción del líquido lixiviado o percolado y se evitará la contaminación de las aguas.

Las aguas de lluvia que caen sobre las áreas vecinas al relleno sanitario suelen escurrirse hasta él, lo que dificulta la operación del relleno. Interceptar y desviar el escurrimiento de aguas de lluvia por medio de un canal perimetral fuera del relleno sanitario es, pues, un elemento fundamental de su infraestructura, que contribuirá a reducir el volumen del líquido percolado y mejorar las condiciones de operación.

Es necesario construir un canal en tierra o suelo-cemento de forma trapezoidal y dimensionarlo teniendo en cuenta las condiciones de precipitación local, el área tributaria, las características del suelo, la vegetación y la pendiente del terreno

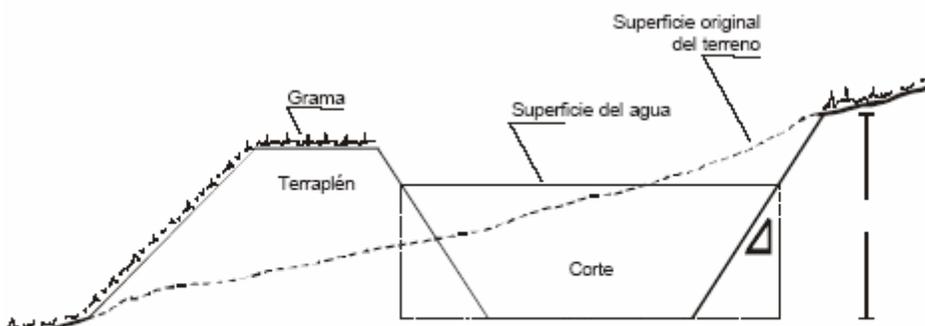


Figura 5.16
Detalle de la sección transversal del canal trapezoidal

El canal debe ser trazado por la curva de nivel más alta a la que llegará el borde del relleno sanitario y deberá garantizar una velocidad máxima promedio de 0,5 metros por segundo, que no provoque erosión excesiva

El volumen de lixiviado o líquido percolado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad natural de los RSM.
- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSM para retener humedad).

El volumen de lixiviado está fundamentalmente en función de la precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno.

Es importante tener un suelo impermeable o bien hay que impermeabilizarlo artificialmente para que se pueda construir la red de zanjas de almacenamiento que retendrá el lixiviado en el relleno

Otra práctica que minimiza el problema del lixiviado al clausurarse algunas áreas del relleno sanitario o cuando este acaba su vida útil es la siembra de pasto, grama y pequeños arbustos de raíces cortas que se adapten a las condiciones de la obra. Se los debe sembrar tanto sobre la superficie ya clausurada como en los alrededores del sector relleno; la evapotranspiración puede ser muy efectiva y en algunos casos hasta evita la producción de lixiviado.

En casos extremos en que no se logre controlar su producción y dado que el lixiviado de los RSM de las pequeñas poblaciones presenta características semejantes a las aguas residuales domésticas (con gran porcentaje de materia orgánica biodegradable de difícil decantación), se podrán aplicar tratamientos biológicos para mejorar en lo posible la calidad de este líquido. Ejemplos de estos métodos son los filtros percoladores y las lagunas de estabilización.

Las siguientes son ideas para minimizar la salida y generación del lixiviado del relleno.

Distribución del sistema de drenaje:

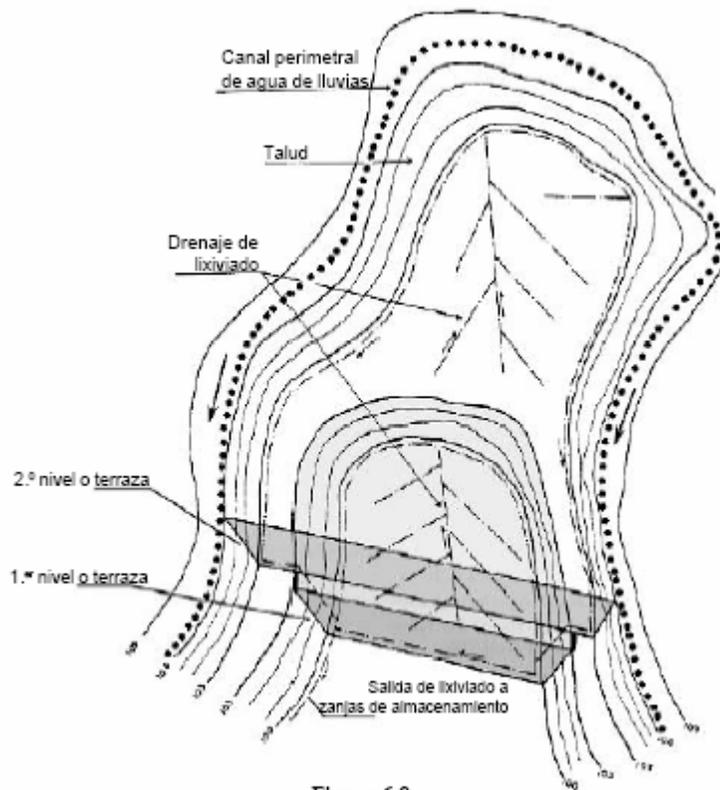


Figura 6.8
Distribución del sistema de drenaje del lixiviado

Construcción de las zanjas de almacenamiento:

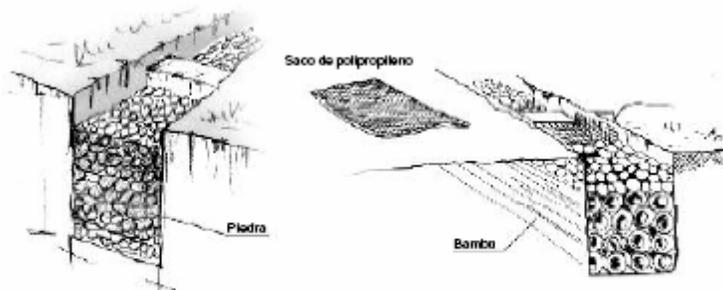


Figura 6.9
Detalles de las zanjas para el almacenamiento del lixiviado

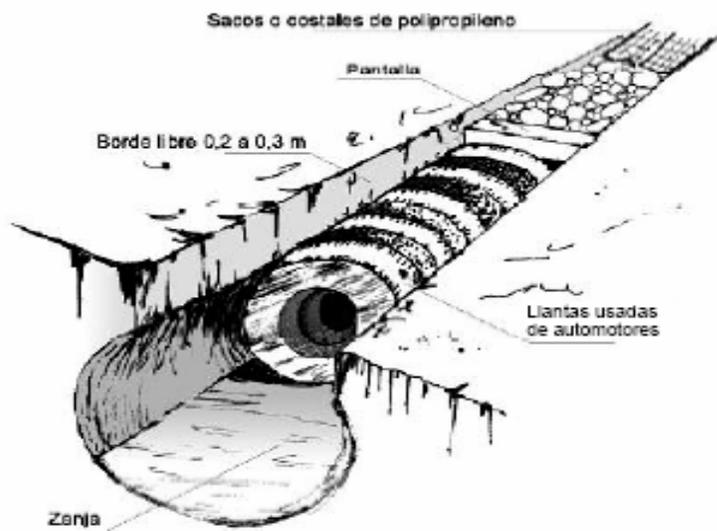


Figura 6.10
Zanja de lixiviado para recibir las llantas usadas

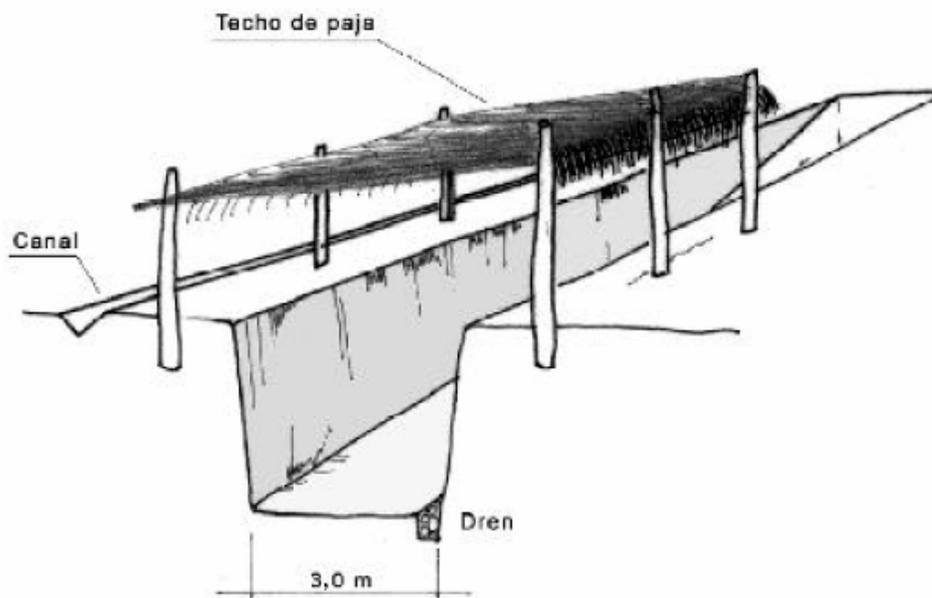


Figura 6.12
Cubierta o techo ligero para evitar el ingreso del agua de lluvia al relleno

Explicaciones en detalles de estas opciones están en la Guía para Construcción de Relleno Sanitario Manual de Jorge Jaramillo.

4.4.4.2.3.6 Localización de Pozos de Monitoreo

Los pozos de monitoreo deberán estar situados como mínimo a unos 10, 20 y 50 m del área del relleno y del drenaje exterior del líquido percolado; con unos 3 ó 4 pozos será suficiente. Para la toma de muestras del agua subterránea, si los mantos freáticos son superficiales (a unos 4 m), estos pozos podrán ser excavados manualmente (figura 5.17).

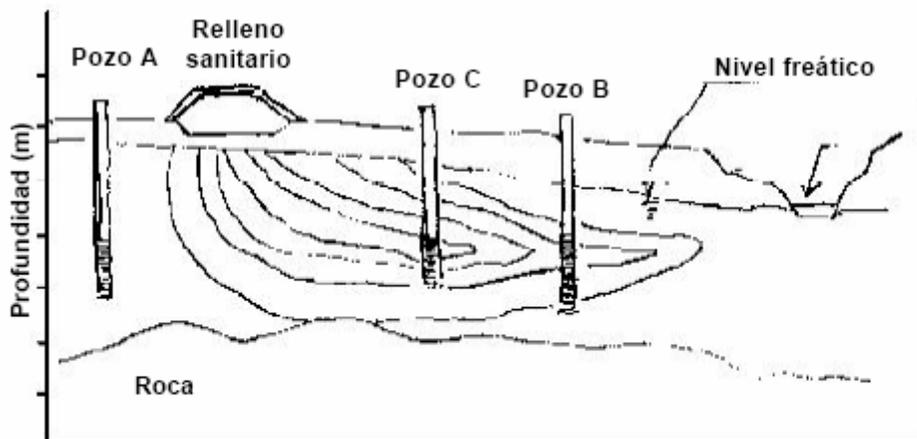


Figura 5.17
Localización y características de los pozos para el monitoreo de agua

4.4.4.2.3.6 Calculo de la Mano de Obra

Según los cálculos del **ANEXO 3** e incluyendo al que maneje el tractor adaptado y al supervisor se requiere de **14 personas** para operar el relleno semimecanizado.

En caso de ser un relleno mecanizado la mano de obra disminuye.

4.4.4.2.3.7 Drenaje de Gases

El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto (revestida con piedra) que funciona a manera de chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno.

Estas se construyen conectándolas a los drenajes de lixiviado que se encuentran en el fondo y se las proyecta hasta la superficie, a fin de lograr una mejor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases (figura 6.13).

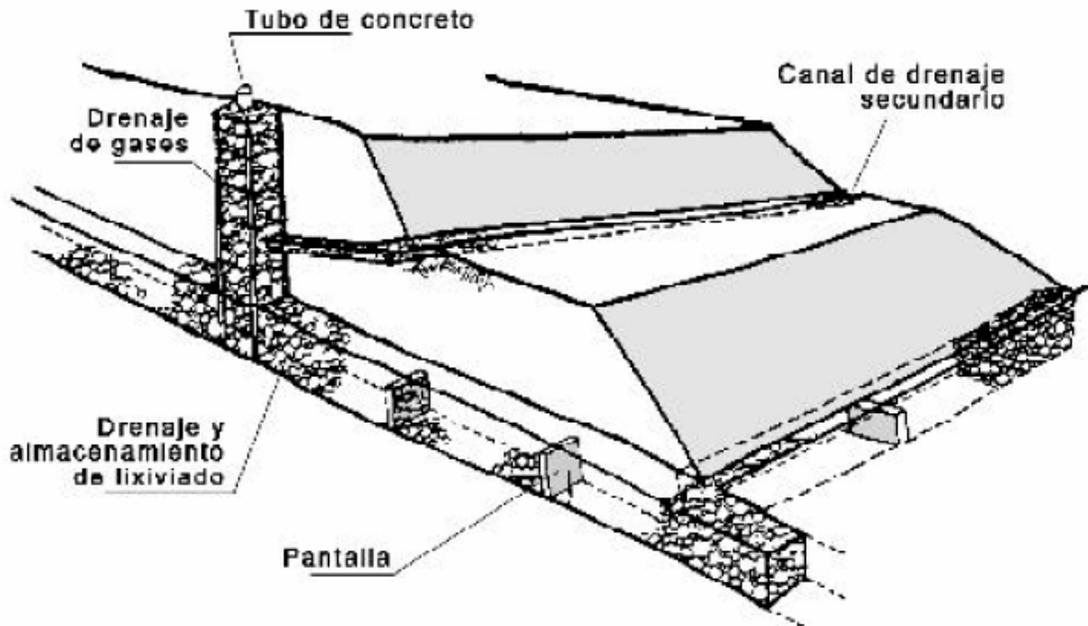


Figura 6.13
Interconexión de los sistemas de drenaje de gases y lixiviado

4.4.4.2.3.8 Requerimientos de Infraestructura y Equipamiento Básico de un Relleno Sanitario

La siguiente tabla permite identificar rápidamente las principales obras de Infraestructura y el Equipamiento Básico de un Relleno Sanitario.

Cuadro 6.1
Infraestructura y equipamiento básico de un relleno sanitario

| Aspecto | Infraestructura/equipamiento | Utilidad |
|---|--|--|
| 1. Control de la contaminación de aguas | • Canaletas de captación de aguas de escorrentía superficial. | Evita la penetración de agua superficial al sitio del relleno sanitario, reduciendo la producción de lixiviados ^a . |
| | • Drenos de recolección y evacuación de lixiviados. | Limita la infiltración de los lixiviados hacia las aguas subterráneas y reduce el riesgo de afloramiento de los lixiviados. |
| | • Planta de tratamiento de lixiviados o estación de bombeo ^b . | Reduce el poder contaminante del lixiviado para disponerlo en algún cuerpo receptor. |
| | • Pozo de monitoreo. | Facilita el monitoreo de la calidad del agua subterránea para detectar posibles fallas en el sistema. |
| 2. Control de olores y gases | • Chimeneas de gases. | Permite evacuar controladamente los gases evitando riesgos de incendios, explosiones o afloramientos de gas en zonas vecinas. |
| | • Enterramiento y compactación con la maquinaria adecuada (compactador, tractor, etc.) o en el caso de la operación manual, rodillo y pisones. | Es la esencia del método de relleno sanitario; permite confinar los residuos sólidos. |
| 3. Reducción del impacto paisajístico | • Cerco perimetral, de preferencia con vegetación nativa. | Aisla y delimita el sitio; reduce la diseminación de olores; atrapa RSM que se pueden desplazar por la acción del viento. |
| 4. Seguridad e higiene laboral | • Caseta de control. | Ayuda a controlar la cantidad y el tipo de residuos que ingresan al sitio. |
| | • Almacén, vestuario y servicios higiénicos. | Facilita la higiene de los trabajadores y el almacenamiento de ropa de trabajo, equipos y herramientas. |
| | • Equipo de seguridad e higiene ocupacional (guantes, mascarilla, etc.). | Protege al personal de enfermedades y minimiza los impactos de accidentes ocupacionales. |
| <p>^a <i>Lixiviado</i>: líquido que se infiltra por los residuos sólidos capturando contaminación, que luego puede aflorar en la superficie o infiltrarse hacia capas más profundas y contaminar las aguas subterráneas.</p> <p>^b También se puede rebombear (recircular) el lixiviado al mismo relleno sanitario para que este funcione como un filtro.</p> <p>Fuente: Adaptado de <i>Planes directores de residuos sólidos en ciudades intermedias</i>. Organización Panamericana de la Salud, 2002.</p> | | |

4.4.3.1- Planta de Tratamiento de Lixiviado

4.4.3.1.1.- Construcción del Fondo del Relleno Sanitario

1.- Debe tener una **Capa de Base Impermeable** cuyas partes principales son:

1.a.- Barrera Geológica

La barrera geológica es una capa de suelo natural de baja permeabilidad que se encuentra arriba de la primera capa freática. Lo ideal para la construcción de un relleno sanitario es si el terreno ya dispone de una barrera geológica.

Son ideales suelos de:

- arcilla
- limo, loess
- roca desgregada (morrena)
- terreno margoso /8/.

Si el suelo natural tiene una permeabilidad más baja de $k_f = 10^{-6}$ y una espesor de 3 m ó más, constituye una buena barrera geológica para un relleno sanitario. El objetivo de preferir un terreno con barrera geológica es:

- Minimizar la cantidad de aguas lixiviadas que se infiltran al suelo, al fin de proteger las capas freáticas
- Ralentizar la difusión de contaminantes en el suelo
- Garantizar que la mayoría de los contaminantes se queden en la proximidad del relleno, incluso si se daña la capa mineral

Puede no ser posible encontrar un lugar de construcción con barrera geológica natural, o puede ser que no sean lo bastante conocidas las características de suelo de las alternativas investigadas. Pero si se conoce la geología de los lugares posibles y si existe un lugar con barrera geológica, sería preferible ese lugar.

1.b.- Capa Mineral de Base

Para una mejor protección de las aguas subterráneas, es muy importante que se construya una capa mineral impermeable al fondo del relleno sanitario, a fin de impedir la filtración de las aguas lixiviadas hacia las capas freáticas.

La mejor solución es una capa impermeable natural, es decir, la construcción del relleno sanitario en un terreno arcilloso. Se recomienda hacer un análisis del suelo durante el procedimiento de selección del terreno y aquí medir el factor de permeabilidad del suelo. Generalmente se considera como impermeable un suelo con un factor $k_f < 10^{-8}$ m/s. Lo ideal sería un factor $k_f < 10^{-9}$ m/s. El análisis de permeabilidad se puede hacer en cualquier laboratorio de suelos de una universidad.

El Cuadro 7 muestra los parámetros más importantes para la capa mineral de base.

Cuadro 7: Criterios de calidad para un suelo impermeable /9/, /10/

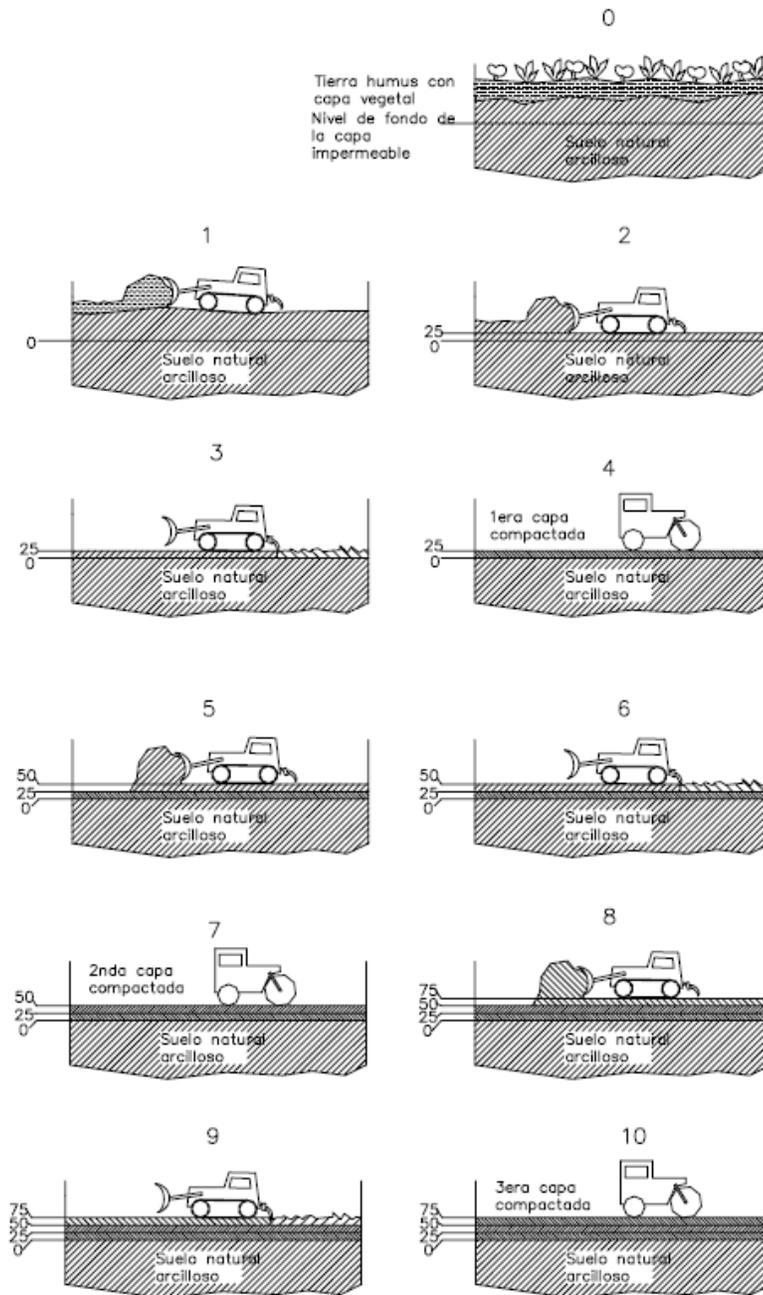
| Criterio | Valor recomendado |
|--|-------------------|
| Espesor (m) | 0.75 |
| Factor de permeabilidad kf (m/s) | $< 10^{-9}$ |
| Resistencia contra su fusión | Necesaria |
| Contenido de partículas pequeñas (< 0.002 mm) (%) | > 20 |
| Contenido de arcilla (%) | > 10 |
| Tamaño máximo de partículas (mm) | 20 |
| Contenido de carbonato de potasio (%) | < 15 |
| Contenido de agua (%) | < 5 |
| Contenido de materia orgánica (%) | < 5 |

No es probable encontrar un suelo que cumpla con todos estos criterios. El suelo que tenga las características más próximas a los criterios descritos en el Cuadro 7 sería el más apropiado.

Normalmente, se pueden lograr los valores dados en el Cuadro 6 solamente con suelos altamente arcillosos. Para eso es muy importante que se haga el análisis del suelo antes de decidirse por un terreno. Cuando se selecciona un terreno donde no existe un suelo suficientemente impermeable, hay que traer el material desde afuera, lo que tiene un alto costo y que se debería evitar.

Los trabajos necesarios para la construcción de la capa mineral se muestran en el Dibujo 5. El Dibujo 5 a, explica como se prepara el suelo cuando ya existe una capa natural; el Dibujo 5 b, explica la aplicación cuando se debe traer la capa mineral desde afuera.

Dibujo 5 a: Preparación de la capa mineral cuando existe una capa mineral natural /7/



- | | |
|--|--|
| <p>0 Suelo natural</p> <p>1 Excavación de la tierra superficial</p> <p>2 Preparación del terraplén, lo que va a servir como primera estrata. El terraplén se hace 25 arriba del nivel diseñado como fondo del relleno. Si necesario, se compacta con rodillo.</p> <p>3 Se escarifica y homogeniza el primer estrato (hacia una profundidad de 25 cm), después se moja y seca.</p> <p>4 Compactación del primer estrato</p> <p>5 Se carga el segundo estrato con una espesor de 25 cm. Para eso, se puede utilizar el material excavado durante la preparación del terraplén.</p> | <p>6 Se escarifica y homogeniza el segundo estrato (hacia una profundidad de 30 cm), después se moja y seca.</p> <p>7 Compactación del segundo estrato</p> <p>8 Se carga el tercer estrato con una espesor de 25 cm. Para eso, se puede utilizar el material excavado durante la preparación del terraplén</p> <p>9 Se escarifica y homogeniza el tercer estrato (hacia una profundidad de 30 cm), después se moja y seca.</p> <p>10 Compactación del tercer estrato</p> |
|--|--|

Se debería poner una **capa de plástico** sobre la capa mineral. Si hablamos de una Capa de Plástico Estándar: Se recomienda utilizar laminillas de PEHD (polietileno de alta densidad) con un espesor no menor a 2 mm o un material equivalente. Las características físicas y químicas más importantes que deben tener estas laminillas son /5/:

- No debe contener huecos, roturas, burbujas o cavidades
- No debe tener torsiones diagonales
- Su espesor debe ser homogéneo
- Deben ser impermeables para agua, hidrocarburos clorurados y no clorurados, acetona y tricloroetileno
- Deben ser resistentes contra calor y condiciones climáticas adversas.
- Deben ser resistentes contra roedores. Eso se prueba por exposición a ratas.
- Deben ser resistentes contra desgaste mecánico (roturas, pinchazos etc.)

El ancho y largo de las laminillas de PEHD varían según las compañías productoras. Hay unas **reglas para extender la vida útil de la capa de plástico** y mejorar la impermeabilidad del fondo del relleno sanitario /7/:

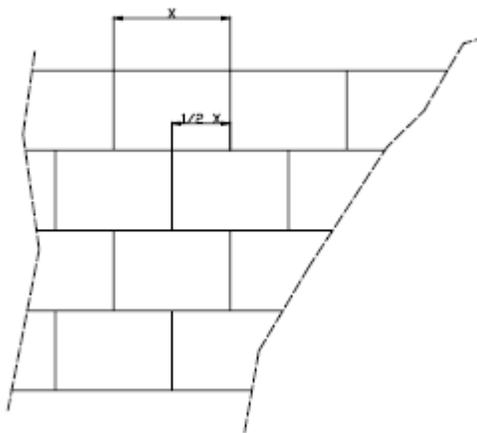
A. Transporte de las laminillas al lugar de construcción del relleno

- Se recomienda transportar las laminillas en rollos embalados, como vienen de la fábrica productora.
- Como el embalaje protege las laminillas de los rayos UV, hay que conservar el embalaje hasta el momento de colocación sobre el terreno preparado.

B. Colocación de la capa de plástico

- Se recomienda preparar un plano de colocación, considerando el ancho y el largo de las laminillas. Ese plano debe tener el objetivo de bajar el número de soldaduras al mínimo posible. No se debe juntar más de tres laminillas en un punto, y no se debe hacer soldaduras diagonales. El Dibujo 6 muestra como se deben juntar las laminillas.

Dibujo 6: Recomendaciones para colocación de las laminillas de plástico

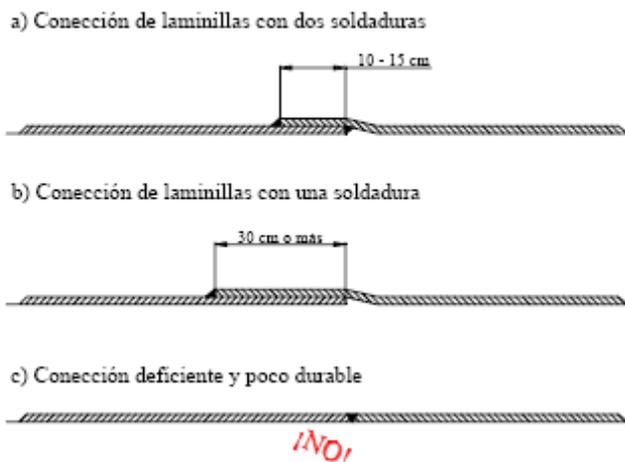


- Se debe considerar los impactos de cambios de temperatura sobre las laminillas (extensión/contracción). Por eso, no se recomienda realizar los trabajos de colocación, soldaduras o carga con grava para el drenaje durante condiciones climáticas extremas.
- Las laminillas de PEHD se colocan directamente sobre la capa mineral. No se deben utilizar máquinas pesadas o máquinas con cadenas (p.e., niveladoras) porque podrían dañar las laminillas. Si el tamaño y el peso de las laminillas lo permiten, se prefiere colocar las laminillas manualmente, sino, con una excavadora liviana o un pequeño rodillo.
- Durante la colocación de las laminillas, hay que protegerlas contra el viento con pesas. Saquillos de arena son ideales para este objetivo.

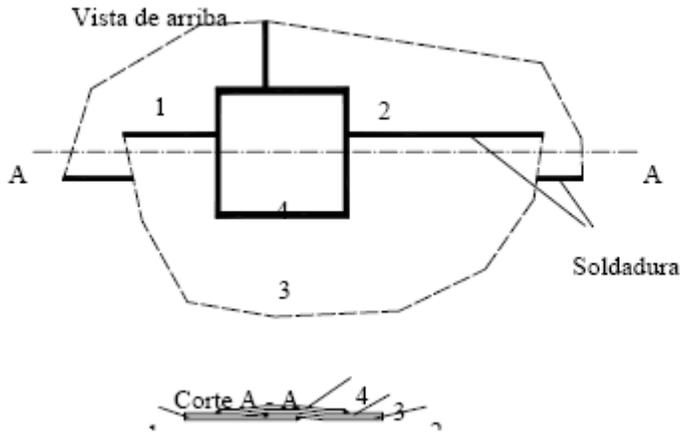
C. Soldadura

- Se recomienda hacer las soldaduras por un experto en soldadura de plástico. Si la fábrica productora dispone de tal experto, sería lo mejor que el experto de esta compañía realice este trabajo.
- Las laminillas deben ser limpias y secas cuando se hace la soldadura.
- Hay que dejar un borde suficiente para la soldadura. Si se juntan las laminillas con una sola soldadura, este borde debería ser de por lo menos 30 mm; si se hacen 2 soldaduras paralelas, 10-15 mm de borde son suficientes. Se recomienda hacer 2 soldaduras paralelas, especialmente para las soldaduras largas. Estas soldaduras se pueden hacer con una distancia de 10 - 15 mm, como se muestra en el Dibujo 7.

Dibujo 7: Soldadura recomendada para juntar las laminillas de plástico.



- Se debe hacer una soldadura tipo T en los puntos donde se juntan tres laminillas, y se debe proteger esta soldadura con un pedazo soldado encima, como lo muestra el Dibujo 8:



D. Protección de la capa de plástico

- No se debe poner nada sobre la capa de plástico. Hay que quitar todo tipo de tierra, piedras, basura y otros objetos que puedan ponerse sobre la capa durante el proceso de colocación.
- Cuando esté terminado el proceso de colocación y esté aceptado por el responsable del Municipio, se debe poner geotextil (tela de ingeniería) sobre la capa de plástico. Los bordes se deben soldar con la capa de plástico. Esta capa de geotextil protege la capa de plástico de piedras u objetos agudos.

4.4.3.1.2.- Capa de Drenaje

Sistema Estándar - Capa de Grava o Piedra Bola

La capa de drenaje se superpone a la capa de plástico. Su función es el drenaje de las aguas lixiviadas a fin de conducir estas a la planta de tratamiento biológico. Como las aguas lixiviadas continúan produciéndose durante muchos años después del cierre del relleno sanitario, es importante que sea muy resistente y bien construida esa capa.

Normalmente se construye la capa de drenaje de grava o canto rodado. Las piedras utilizadas deben ser grandes (con dimensiones más o menos homogéneas) y no contener partículas finas. Con eso se asegura una buena permeabilidad hidráulica. El espesor hidráulicamente eficiente debe ser a menos 30 cm.; **se recomienda construir una capa con espesor de 50 cm.** con el fin de proteger la permeabilidad hidráulica durante muchos años. Algunos criterios para la selección de grava o piedra bola se presentan en el Cuadro 8:

Cuadro 8: Criterios de aptitud para piedra bola o grava utilizada en rellenos sanitarios

| Criterio | Uso en rellenos para desechos domiciliarios, tóxicos, peligrosos o infecciosos /9/ |
|---|--|
| Espesor de la capa | 50 cm /11/ |
| Dimensiones de las piedras | Mezclada homogénea 16 cm < d < 32 cm o 8 cm < d < 16 cm |
| Proporciones de las piedras | Redondas (largo: ancho < 3 : 1) |
| Contenido en carbonato de calcio | < % 20 |
| Permeabilidad | $k_f > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s /12/ |
| Inclinación en el ancho del relleno (hacia el colector mayor de aguas lixiviadas) | > % 3 |
| Inclinación en el largo del relleno (hacia la planta de tratamiento) | > % 1 |

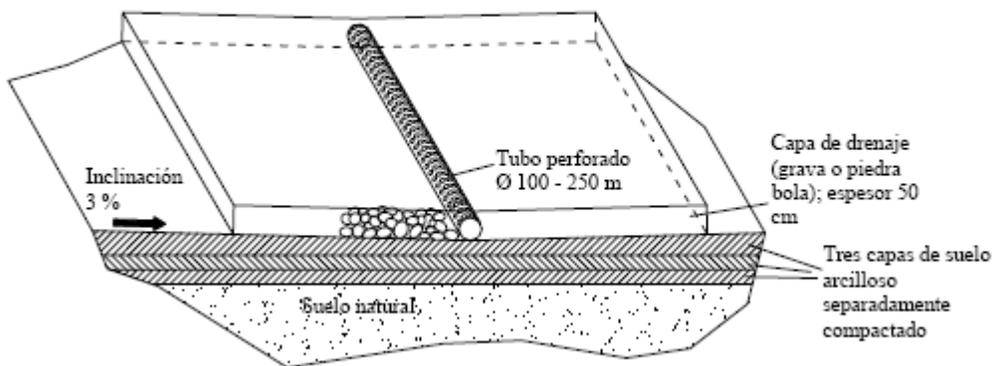
Se extiende una capa de geotextil o de materiales reemplazantes sobre la capa de drenaje, al fin de evitar que se congestione la capa de drenaje con partículas sólidas escurridas en las aguas lixiviadas.

Se recomienda hacer la capa de drenaje como se ha explicado anteriormente para todos los Municipios con propia producción de piedra bola o grava, o municipios muy cercanos a plantas de producción de ese tipo de piedra.

Tubería de Drenaje

Si es económicamente factible, el **sistema ideal de drenaje consiste en tubos perforados** que se colocan dentro de la capa de piedra bola o grava. Estos tubos deben ser colocados al fondo de la capa, como lo muestra el Dibujo 9, para permitir que todas las aguas se percolen al interior del tubo. Es importante que exista una capa de filtro (geotextil, helecho, saquillo extendido u otro material equivalente) para evitar que se colmaten los tubos.

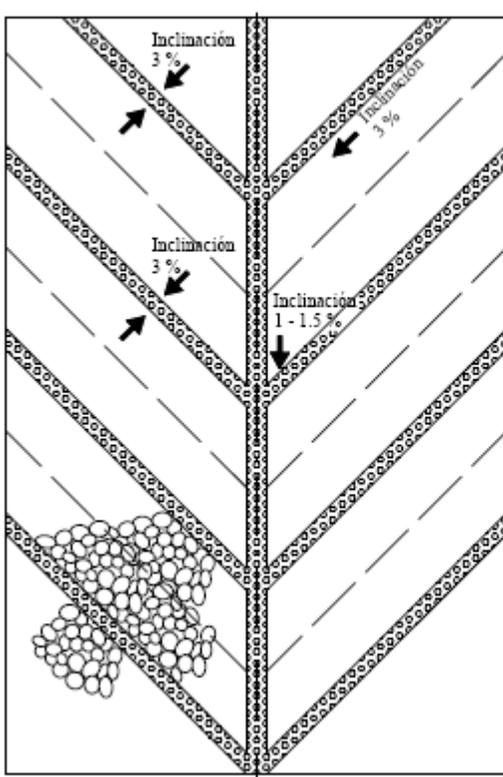
Dibujo 9: Posición del tubo dentro de la capa de drenaje



Para evitar acumulaciones de aguas lixiviadas y asegurar una conducción rápida y eficiente a la planta de tratamiento, se recomienda diseñar el fondo del relleno en triángulos ligeramente inclinados y colocar los tubos al fondo de estos triángulos (sistema espina de pescado).

En rellenos grandes, se recomienda dividir el área de relleno en diferentes "cuencas" con un colector mayor en el centro. El Dibujo 10 muestra el **sistema de espinas de pescado para grandes y pequeños rellenos sanitarios**. En el diseño de las inclinaciones se debe considerar asentamientos del suelo después de la construcción.

Dibujo 10: Colocación de la tubería de drenaje según el sistema "espina de pescado"



El diámetro de los tubos puede variar entre 100 y 250 mm, dependiendo de la cantidad de las aguas lixiviadas. Para los colectores mayores en rellenos grandes, se recomiendan tubos con el diámetro de 250 mm.

El diámetro de los huecos en la tubería se debe determinar según las dimensiones de la grava o piedra bola seleccionada. Hay que evitar que entren piedras dentro de la tubería y la congestionen. El área total de orificios tiene que ser superior a $100 \text{ cm}^2/\text{m}$ de tubo /13/. Eso corresponde a orificios con un diámetro de 1 cm. y una distancia entre ellos de 2.5 cm. o > 127 orificios por metro lineal.

Los tubos pueden ser de PVC, PEHD u otro plástico duro. Es recomendable utilizar plástico reciclado con el fin de bajar los costos.

Hay que considerar las siguientes **situaciones de carga extrema, a las cuales serán expuestos los tubos de drenaje:**

1. Construcción del relleno

La capa de drenaje está a cielo abierto durante la construcción del relleno (o, para grandes rellenos, de un módulo de relleno). La tubería debe poder evacuar todas las aguas lluvias, incluso en casos de aguacero, para que no se dañe la capa impermeable del relleno.

2. Primera fase de operación

En la primera fase de operación, cuando el espesor del cuerpo de basura está todavía muy bajo, las aguas lluvias se escurren completamente y deben ser conducidas a la planta de tratamiento sin dañar al relleno sanitario.

3. Operación regular

Se puede estimar una cantidad de aguas lixiviadas más o menos constante durante la operación del relleno sanitario. Como el cuerpo de basura retiene las aguas de lluvia durante un cierto tiempo, los aguaceros no aumentan considerablemente la cantidad de aguas lixiviadas. La cantidad de ellas se puede calcular como 25 % - 40 % de la precipitación, dependiendo de la compactación.

4. Después del cierre del relleno

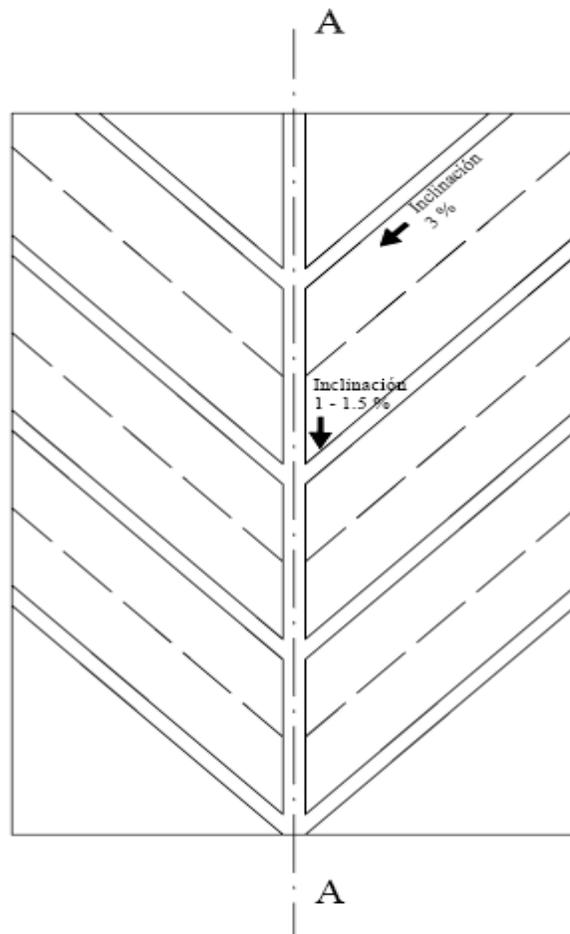
Las aguas lixiviadas continúan produciéndose después del cierre del relleno. Su cantidad baja con el tiempo hacia 0 - 5 % de la precipitación. El periodo de escurrimiento de aguas lixiviadas depende del tipo de desechos dispuestos y de la degradación dentro del cuerpo de basura. La tubería debe funcionar hasta que se sequen las aguas lixiviadas.

Alternativas Cuando es Difícil o Caro Conseguir la Grava o Piedra Bola y los Tubos

Existen municipios que no disponen de una planta de producción de grava o piedra bola, que se ubican alejados de ríos que proporcionan estas piedras o que no disponen del presupuesto necesario para conseguirse la cantidad necesaria de grava y piedra bola. En ese caso se puede renunciar a la capa de piedra bola o grava.

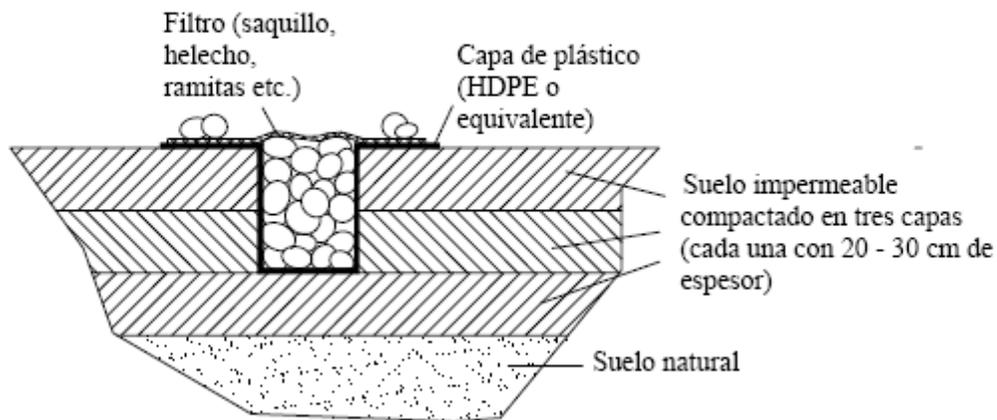
El terreno se prepara como lo descrito en el capítulo 2.5.2.1., es decir, se hace el terraplén del relleno con una inclinación según el sistema espina de pescado. Después, se construyen canales de drenaje en las líneas de más bajo nivel. El Dibujo 11 muestra como se deben colocar los canales de drenaje.

Dibujo 11: Colocación de los canales de drenaje en un relleno sin capa de grava



Se recomienda construir los canales de drenaje con un ancho de por lo menos 0,5 m y llenarlos con grava o piedra bola del mismo tamaño como lo descrito en el Cuadro 8. Los canales se cubren completamente con helecho, saquillos usados (tela de plástico) o geotextil, con el fin de evitar que se llenen con partículas sólidas contenidas en las aguas lixiviadas. El Dibujo 12 muestra como se debe construir la zanja para un canal de drenaje.

Dibujo 12: Canal de drenaje



La Fotografía 4 muestra un ejemplo de un canal llenado con canto rodado y cubierto con saquillo usado.

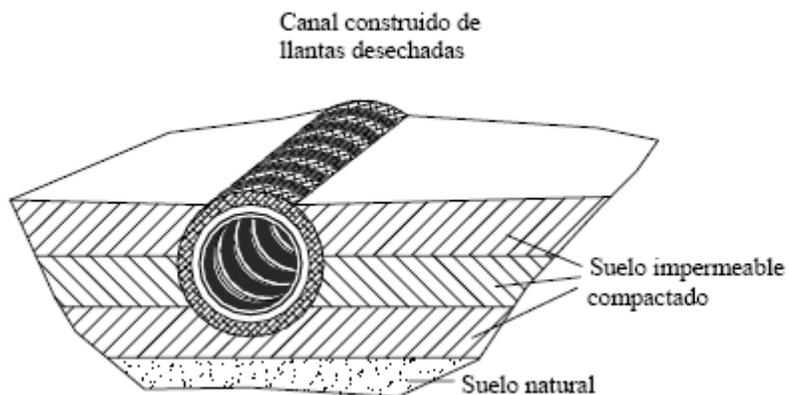
Fotografía 4: Ejemplo de canal de drenaje en un relleno sanitario



Otra alternativa es construir los canales según el mismo sistema, como se muestra en el Dibujo 12, pero rellenarlos con llantas usadas de automóvil. Se recomienda este sistema especialmente en regiones donde no se reciclan las llantas y donde el suministro con piedra bola o grava es difícil y caro /4/. Este sistema permite aprovechar de las llantas desechadas que dan problemas en el manejo del relleno y ganar volumen de relleno, lo que es especialmente importante en rellenos sanitarios manuales.

En ese caso se recomienda una construcción como la presenta el Dibujo 13:

Dibujo 13: Canal de drenaje relleno con llantas usadas.

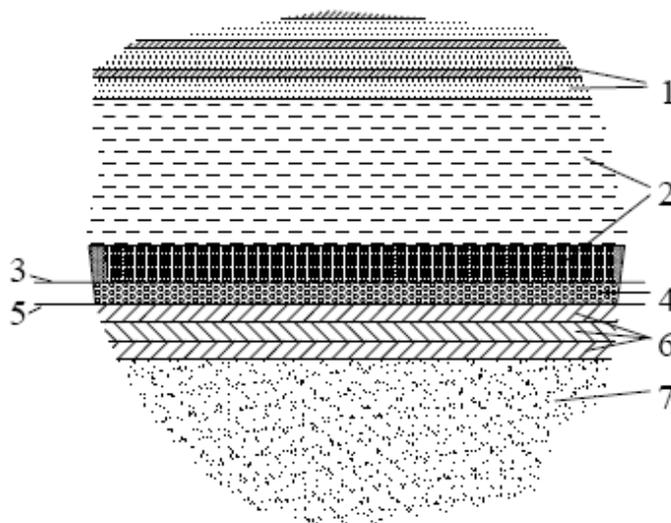


La zanja de drenaje con llantas tiene un corte redondo. La parte de arriba de las llantas se llena con piedra bola o grava, después se cubre con ramas de helecho o pasto, igualmente como se hace con el canal de drenaje llenado con piedra bola o grava.

4.4.3.1.3.- Estratos de la Base del Relleno Sanitario

El Dibujo 14 muestra un corte representativo de la base de un relleno sanitario ideal.

Dibujo 14: Estratos de la base del relleno sanitario



| No | Características | Espesor |
|----|--|--|
| 1 | Basura (colocada, compactada y cubierta) | En capas delgadas de aproximadamente 30 cm + 25 - 30 % de tierra |
| 2 | Capa de protección (basura biológicamente degradada o compost) | Capa de basura degradada: > 2 m Capa de compost: > 0.5 m |
| 3 | Geotextil o capa de ramas de helecho para la protección de la capa de plástico y de la capa de drenaje | Según las circunstancias |
| 4 | Capa de drenaje (grava o piedra bola) | 0,3 - 0,5 m |
| 5 | Capa de plástico (PEHD o equivalente) | > 2 mm |
| 6 | Capa mineral (suelo arcilloso) | 60 - 75 cm |
| 7 | Barrera geológica | > 3 m |

4.4.3.1.3.1.- Criterios Mínimos Para la Base del Relleno

Como es bastante costosa la construcción de la base ideal de un relleno sanitario, y no se encuentra en todas partes una barrera geológica suficiente, hay que establecer unos criterios mínimos para la base de un relleno sanitario.

*¿Cuales son los **objetivos mayores** que se quiere lograr con la construcción de la base del relleno sanitario?*

- Protección de los acuíferos
- Evacuación controlada de las aguas lixiviadas con el fin de tratarlas en una laguna de tratamiento biológico u otra planta equivalente
- Evacuación de las aguas lixiviadas con el fin de asegurar la estabilidad del cuerpo de basura

Si no es posible lograr esos objetivos de manera óptima, hay que intentar hacer lo mejor con las posibilidades existentes. Aquí es importante hacer una distinción entre sitios con alto o mediano nivel de precipitación y sitios con muy baja precipitación. En regiones donde la precipitación anual no exceda los 300 mm y se cuente con un canal apropiado para interceptar y desviar las aguas lluvias, se espera que no se presenten problemas significativos con las aguas lixiviadas /4/.

En consecuencia, en un sitio que se encuentra en una región sumamente seca, se puede renunciar a algunos elementos que constituyen la capa de base óptima. En otros sitios donde llueve bastante, o en sitios que se encuentran en una región ecológicamente importante o sensible, no se debería descuidar la base del relleno sanitario, pero se puede optar por soluciones menos costosas y más fáciles.

4.4.3.1.4.- Emisiones del Relleno Sanitario

4.4.3.1.4.1.- Reacciones Químicas y Biológicas en el Cuerpo de Relleno

Los desechos dispuestos en el relleno son sujetos a una degradación orgánica dependiendo del tiempo.

Ese proceso de biodegradación tiene cuatro fases:

- 1. fase: Oxidación**
- 2. fase: Fermentación agria anaeróbica**
- 3. fase Fermentación anaeróbica desequilibrada con producción de metano**
- 4. fase: Fermentación anaeróbica equilibrada con producción de metano**

Se consume el oxígeno contenido en los desechos durante la primera fase, y comienza el proceso de putrefacción cuando se cubren los desechos con otros desechos y con tierra.

En esta fase, se desmenuzan los compuestos orgánicos (grasa, proteínas, celulosa) en compuestos fundamentales (aminoácidos, lípidos, azúcares).

Estos compuestos fundamentales sufren otra transformación en la segunda fase. Se transforman en H₂, CO₂, acetato y lípidos. Como la concentración de lípidos aumenta considerablemente durante este proceso, la segunda fase se llama "**fermentación ácida**".

Si los desechos tienen contacto con el aire durante esta transformación, son sumamente elevadas las emisiones oloríficas. La concentración de contaminantes en las aguas lixiviadas tiene también un nivel muy alto.

Los productos transitorios de la segunda fase **se transforman en CH₄ (metano), CO₂ y H₂O**. Estos **gases son los productos definitivos de la descomposición orgánica** y serán producidos durante un largo tiempo (25 - 40 años). El Cuadro 9 da un resumen de las fases de fermentación.

Cuadro 9: Resumen de las fases de fermentación

| Fase | Fermentación | | Edad del relleno | Gas producido |
|------|--------------|--|---|--|
| 1 | Aeróbica | Oxidación | 0 - 2 semanas | N ₂ , O ₂ |
| 2 | Anaeróbica | Fermentación ácida | 2 semanas - 2 meses | N ₂ , CO ₂ , H ₂ |
| 3 | Anaeróbica | Fermentación desequilibrada con producción de metano | 2 meses - 2 años | CO ₂ , CH ₄ , H ₂ |
| 4 | Anaeróbica | Fermentación equilibrada con producción de metano | 2 años - termino de fermentación (ese varia entre 25 - 40 años) | CO ₂ , CH ₄ |
| 5 | Termino | | > 25 - 40 años | |

Los procesos resumidos arriba son sumamente complejos. Como la velocidad de transformación puede variar bastante, es posible observar las cuatro fases paralelamente en el cuerpo de basura de un relleno en operación.

Las características de las aguas lixiviadas y del gas del relleno varían con la edad del relleno. Se dan informaciones más detalladas en los siguientes sub-capítulos.

4.4.3.1.4.2.- Generación, Características y Tratamiento de las Aguas Lixiviadas

4.4.3.1.4.2.1.- Cantidad de las Aguas Lixiviadas

La cantidad de las aguas lixiviadas que se producen en un relleno sanitario depende de factores diferentes:

- la precipitación
- el área del relleno
- el modo de operación (relleno manual o compactado con maquinaria, sistema de compactación)
- el tipo de basura

El Cuadro 10 da un resumen de la cantidad de las aguas lixiviadas en situaciones diferentes.

Cuadro 10: Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario /4/, /7/

| Tipo de relleno | Producción de aguas lixiviadas (% de la precipitación) | Producción de aguas lixiviadas (m ³ /(ha*día)) | | |
|---|--|---|---------------------------|---------------------------|
| | | Precipitación 700 mm/año | Precipitación 1500 mm/año | Precipitación 3000 mm/año |
| Relleno manual | 60 | 11,51 | 24,66 | 49,32 |
| Relleno compactado con maquinaria liviana | 40 | 7,67 | 16,44 | 32,88 |
| Relleno compactado con maquinaria pesada | 25 | 4,79 | 10,27 | 20,55 |

El cuadro muestra que la producción de aguas lixiviadas puede ser extremadamente alta en rellenos manuales que se encuentran en regiones con alta pluviosidad. La minimización de las aguas lixiviadas es especialmente importante para rellenos manuales sujetos a precipitaciones elevadas, ya que es difícil el tratamiento de una cantidad muy alta de aguas lixiviadas que se pueden generar. Las **medidas más importantes para la minimización de aguas lixiviadas en rellenos manuales** son:

- No construir el relleno en áreas completamente planas o en trincheras, pero sí en terrazas o sobre un terreno ligeramente inclinado para que una parte de las aguas de lluvia pueda desaguar en la superficie, sin percolar al cuerpo de basura
- Cubrir las celdas terminadas con tierra y sembrar plantas con alta capacidad de absorción para secar el terreno
- Construir drenes de aguas lluvias alrededor de las celdas para evitar que se infiltre agua de afuera al cuerpo de basura
- Cubrir las celdas con plástico de invernadero desechado o con helecho (ese método no sirve en trincheras excavadas, solamente en celdas que tienen la forma de terraza o que son construidas sobre terrenos inclinados)

En **rellenos compactados con maquinaria** se puede **minimizar la cantidad de las aguas lixiviadas con las siguientes medidas:**

- Buena maquinaria de compactación (compactadora pesada)
- Colocación de la basura en capas delgadas (no más de 30 cm. de espesor)
- Compactación adecuada (la máquina debe pasar a menos 20 veces sobre el mismo lado)
- Construcción de una capa de basura con un espesor de 2 m al fondo del cuerpo de basura. Esa basura se deja a la biodegradación aeróbica y se compacta más tarde. Va a servir como filtro para las aguas lixiviadas de más arriba

Es verdad que los porcentajes dados en el Cuadro 9 son números muy aproximados. Existen varios modelos más sofisticados que tienen en cuenta el tipo de suelo, el material de cobertura, el tipo de vegetación y la evaporación de las aguas en el sitio.

Si se desea utilizar un modelo más detallado, es posible obtener por Internet el modelo HELP (Hydrological Evaluation of Landfill Performance) desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (www.epa.gov).

4.4.3.1.4.2.1.- **Contaminación de las Aguas Lixiviadas**

Los parámetros de contaminación de las aguas lixiviadas de un relleno sanitario varían mucho según el periodo de fermentación y el tipo de desechos rellenos. El Cuadro 11 muestra los valores promedios y máximos de contaminación durante la fase de fermentación ácida y metanogénica.

Cuadro 11: Contaminación de las aguas lixiviadas durante la fase de fermentación ácida y metanogénica /7/, /14/, /15/, /16/

| Parametro | Unidad | Contaminación de las aguas lixiviadas | | | | Relleno mayor de 10 años |
|---|--------|---------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|--------------------------|
| | | Periodo de fermentación ácida | | Periodo de fermentación metanogénica | | |
| | | Margenes | Promedio | Margenes | Promedio | |
| DBO ₅ | mg/l | 4000-40000 | 13 000 | 20 - 550 | 180 | 100 – 200 |
| DQO | mg/l | 6000-60000 | 22 000 | 500 - 4 500 | 3000 | 100 – 500 |
| Proporción DBO ₅ /DQO | | | 0.58 | | 0.06 | |
| (PO ₄ -P) | mg/l | 0.1 - 30 | 6 | 0.1 - 30 | 6 | 4 – 8 |
| Cr total | mg/l | 30 - 1 600 | 300 | 30 - 1 600 | 300 | |
| Pb total | mg/l | 8 - 1020 | 90 | 8 - 1020 | 90 | |
| Cianura total (CN ⁻) | mg/l | 10 | | 10 | | |
| Cadmium (Cd) | mg/l | 0.5 - 140 | 6 | 0.5 - 140 | 6 | |
| Cobre (Cu) | mg/l | 4 - 1400 | 80 | 4 - 1400 | 80 | |
| Zinc (Zn) | mg/l | 0.1-1 | 5 | 0.03-4 | 0.6 | |
| Tetraóxido de azufre (SO ₄) | mg/l | 70-1750 | 500 | 10-884 | 80 | |
| Calcio (Ca) | mg/l | 10-2500 | 1200 | 20-600 | 60 | 100 – 400 |
| Magnesio (Mg) | mg/l | 0.3- 1130 | 600 | 0.03-530 | 250 | 50 – 200 |
| Manganeso | mg/l | 0 - 65.5 | 24 | 0 - 1.7 | 0.65 | |
| Hierro (Fe) | mg/l | 20-2100 | 780 | 3-280 | 15 | 20 – 200 |
| pH | | 0.5-15 | 7 | 0.3-7 | 1 | 6.6 – 7.5 |

4.4.3.1.4.3.- Parámetros a cumplir luego de Tratamiento de Aguas Lixiviadas

En la parte de legislación se definen los parámetros permitidos para la descarga al medio receptor

4.4.3.1.4.4.- Tecnología de Tratamiento

Existen diferentes tecnologías para tratar las aguas lixiviadas de un relleno sanitario. La selección del sistema depende del presupuesto disponible, de la cantidad de las aguas lixiviadas y del área disponible.

Se describen los métodos más comunes de tratamiento de las aguas lixiviadas, y se dan recomendaciones en qué situación se puede aplicar qué tecnología.

4.4.3.1.4.4.1.- Tratamiento Biológico

4.4.3.1.4.4.1.1.- Degradación Anaeróbica

El tratamiento anaeróbico es una tecnología muy apropiada para aguas altamente contaminadas, como las aguas lixiviadas del relleno sanitario. No se necesita aireación y hay la posibilidad de utilizar el gas metano producido durante el proceso de degradación anaeróbica.

Con el tratamiento anaeróbico, se puede bajar la concentración de contaminantes considerablemente, es decir que se logran concentraciones de DBO5 entre 1000 - 5000 mg/l y DQO entre 10 000 - 30 000 mg/l, lo que es todavía alto pero ya menos de la mitad de la concentración original.

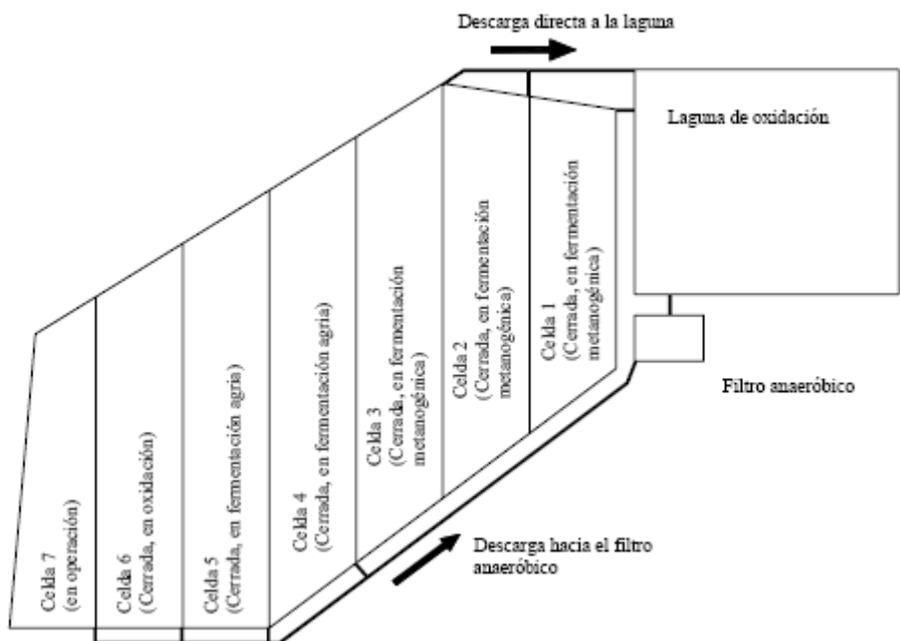
En los rellenos sanitarios, la degradación anaeróbica se puede realizar **durante la fase de fermentación agria**. En esta fase, las aguas lixiviadas tienen un contenido extremadamente alto de contaminantes. Más tarde, durante la fermentación con producción de metano, ya no tiene impacto la degradación anaeróbica, ya que todo el proceso se realiza en un ambiente completamente anaeróbico.

Existen **tres alternativas comunes para la degradación anaeróbica** /21/:

a. Se construye un reactor anaeróbico que se utiliza para el pre-tratamiento de las aguas lixiviadas.

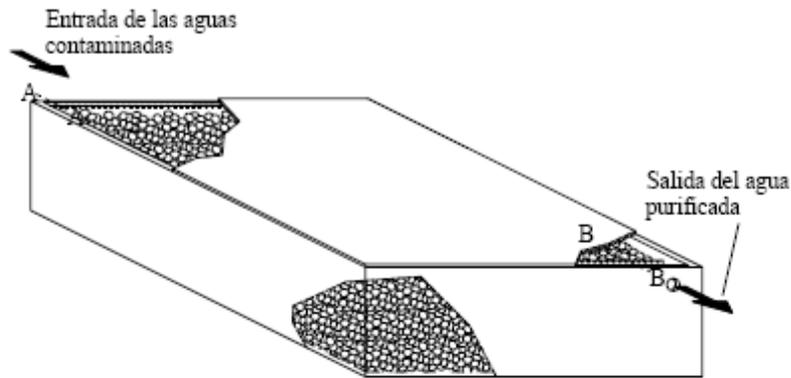
Las aguas lixiviadas de las partes del relleno en operación se mandan a ese reactor; las aguas lixiviadas de los módulos ya cerrados se conducen directamente al tratamiento final. Es necesario cambiar el sistema de drenaje con el avance del relleno. Por eso, no se recomienda este sistema para rellenos pequeños. El Dibujo 16 muestra como se pueden conducir las aguas lixiviadas en un relleno sanitario que tiene un módulo en operación y otros módulos ya cerrados.

Dibujo 16 : Sistema de drenaje para tratamiento con filtro anaeróbico

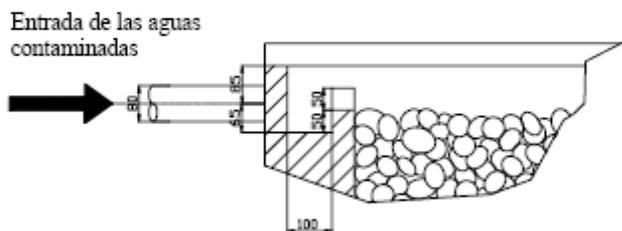


Otra **desventaja** es que los reactores anaeróbicos que funcionan como filtros (ejemplo: tratamiento de las aguas lixiviadas en el Municipio de Macas) se pueden congestionar rápidamente por causa del alto contenido de materia sólida suspendida. Los reactores anaeróbicos se pueden construir como se muestra en el Dibujo 17:

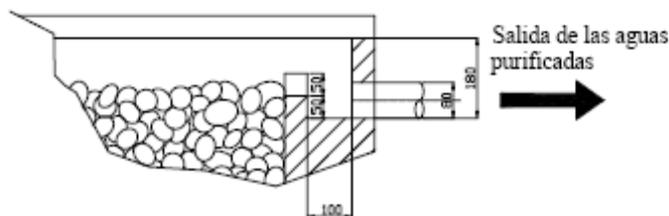
Dibujo 17: Reactor anaeróbico para el tratamiento de las aguas lixiviadas



Corte A - A



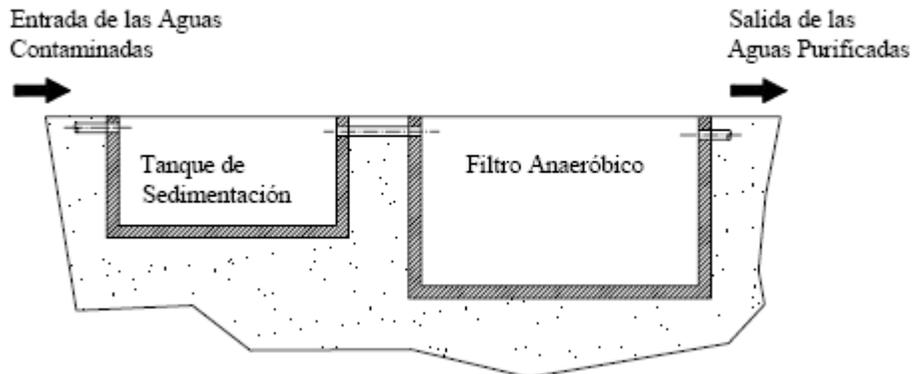
Corte B - B



Se puede utilizar grava o piedra bola para rellenar el reactor anaeróbico. Es también posible utilizar pedazos de plástico (PEHD o PVC duro, como se utiliza para recipientes) desechado. Esos pedazos deberían tener un tamaño de 5 - 7 cm. Con este relleno, se aumenta la superficie de reacción y se acelera el proceso de degradación, lo que permite construir un reactor más pequeño y más barato. Se recomienda construir el reactor para un **tiempo de retención de 15 días como mínimo**.

Para **evitar que se colme el filtro anaeróbico**, se recomienda construir una pequeña piscina de sedimentación, donde se van las aguas lixiviadas antes de ser conducidas al filtro anaeróbico. El Dibujo 18 muestra una secuencia posible para el tratamiento con reactor anaeróbico.

Dibujo 18 : Secuencia de tanques para el tratamiento anaeróbico



b. Se integra una capa al fondo del relleno que sirve como filtro anaeróbico. Eso se hace de siguiente manera: Se pone una capa de basura fresca sobre la capa de drenaje y no se compacta esta capa, con el fin de que se realice la biodegradación aeróbica en esta capa de basura. Ese trabajo se hace 2 - 3 meses antes de abrir el módulo en cuestión a la operación.

Cuando esté lista la capa de basura (es decir, ya avanzado el proceso de biodegradación), se puede compactar. La capa de basura debería tener un espesor de aproximadamente 2 m. Otra alternativa es poner una capa de compost sobre la capa de drenaje.

Si el municipio tiene una planta de compostaje, se puede utilizar el material grueso que sobre cuando se tamiza el compost listo. Sería suficiente un espesor de 0.5 m si se utiliza una capa de compost. El **uso del compost para la capa de filtro** se recomienda especialmente para rellenos manuales donde no se puede acumular la basura verticalmente.

La capa de basura biodegradada o de compost grueso funciona como filtro anaeróbico para las aguas lixiviadas. Se recomienda construir este tipo de filtro anaeróbico para cada tipo de relleno sanitario, pues reduce considerablemente la contaminación de las aguas lixiviadas. No tiene costo adicional para el municipio.

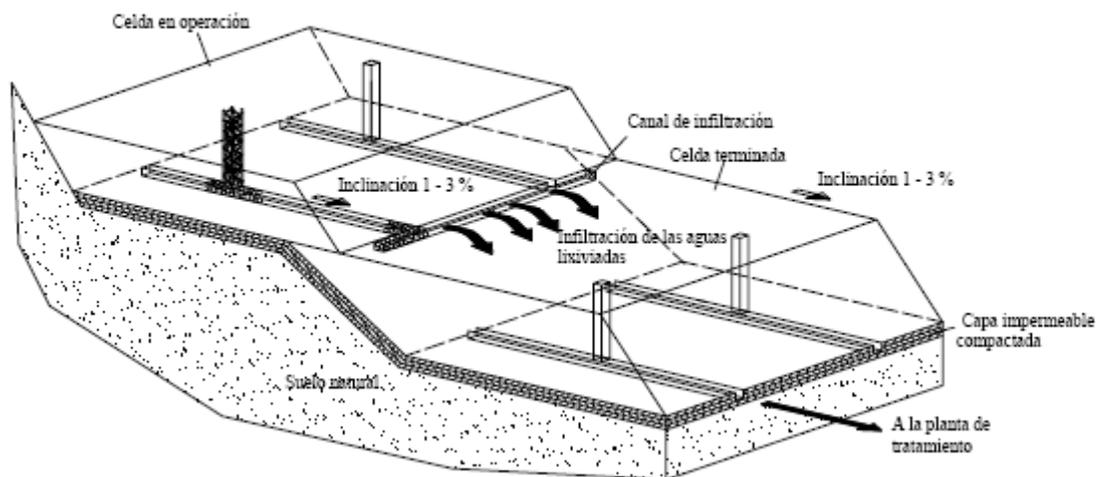
c. Se puede bombear el agua lixiviada y dispersar sobre el cuerpo de basura con un aspersor.

En este caso, el cuerpo entero de basura cumple el papel de filtro anaeróbico y se reduce considerablemente la contaminación de las aguas lixiviadas. Pero no se recomienda este sistema por causa de la contaminación olfatoria que se produce con los aspersores.

Además puede ser demasiado elevado el costo de bombeo. /22/. Es diferente si se trata de un relleno manual construido en terrazas en un terreno bastante inclinado, como puede ser el caso en zona de sierra.

Aquí se recomienda comenzar la operación del relleno con la celda más baja, poner una capa de compost al fondo, cuando se cierra esta celda, conducir las aguas lixiviadas de la segunda celda (arriba de la primera) sobre la primera celda para utilizarla como filtro anaeróbico; después, cuando se cierra esta celda, conducir las aguas lixiviadas de la tercera celda sobre la segunda etc. El Dibujo 19 muestra como podría funcionar este tipo de tratamiento anaeróbico.

Dibujo 19: Celdas de relleno ya cerradas funcionan como filtro anaeróbico para la celda actualmente en operación



Es también posible diseñar una laguna anaeróbica como primera etapa de tratamiento. De hecho el CEAMSE de Ensenada usa este sistema.

4.4.3.1.4.4.1.2.- Tratamiento con Piscinas Aireadas

Es posible también tratar las aguas lixiviadas en piscinas aireadas (método de lodo activado). Los compuestos orgánicos del carbón se transforman en CO₂ y H₂O bajo la influencia del oxígeno.

El tratamiento de las aguas lixiviadas en piscinas aireadas es posible tanto durante la fermentación agria como durante la fermentación con producción de metano. Como las aguas lixiviadas contienen generalmente mucho nitrógeno, se recomienda añadir un proceso de nitrificación - denitrificación.

Considerando las características de las aguas lixiviadas, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

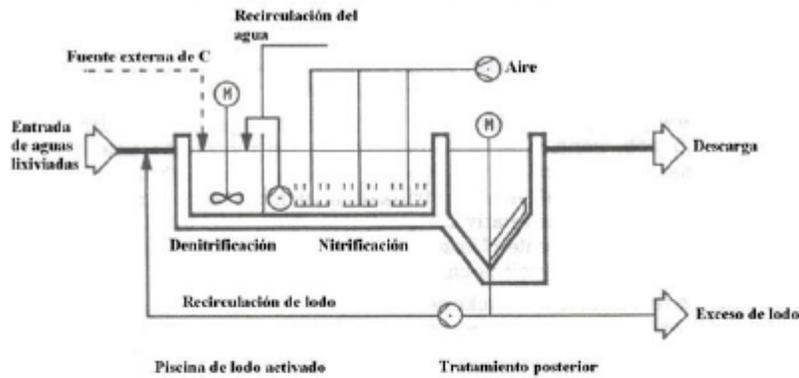
- En lugares muy fríos o donde hay un invierno muy frío, la eficiencia del tratamiento baja considerablemente y la **nitrificación no funciona**. Presenta **problemas** en su funcionamiento la piscina aireada **en temperaturas menores de 10°C; en temperaturas más bajas de 4°C casi es imposible el tratamiento**.
- Las **piletas** se deben construir en **hormigón armado** muy resistente debido a que las **aguas lixiviadas son bastante agresivas** por causa de su alto contenido en sulfato y amoníaco.
- La **alta concentración de lodo y materia sólida suspendida** impide la circulación del agua en la piscina aireada. El diseño para la colocación del equipo de aireación o de los agitadores se debe hacer al fin de evitar áreas de estancamiento.
- El **equipo de aireación** debe ser **resistente** contra la congestión. Se recomiendan difusores con membranas de caucho o aireación superficial.
- La **generación de espuma** se puede evitar con dispersión superficial de agua o con químicos controladores de espuma.
- El contenido de fósforo en las aguas lixiviadas es sumamente bajo durante la fermentación agria. Se recomienda añadir ácido fosfórico en esta fase. Si el municipio tiene una planta de compostaje, sería **recomendable mezclar las aguas lixiviadas del relleno y del compostaje para el tratamiento**, ya que el contenido de **fósforo es más alto en las aguas lixiviadas del compostaje**.

Los siguientes aspectos se deben tomar en consideración para la planificación de la **nitrificación**:

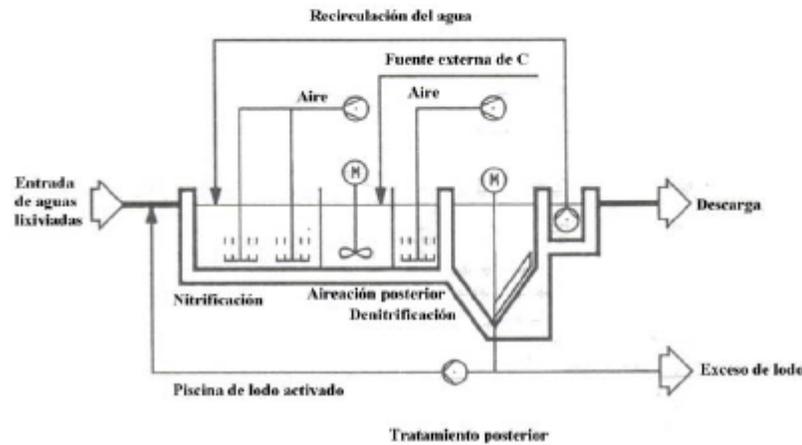
- La alcalinidad baja durante el proceso de nitrificación. Cuando el contenido de HCO_3 queda debajo de 400 mg/l, se debe añadir bicarbonato de sodio o un químico equivalente.
- El control del pH es muy importante. Si el pH es demasiado alto, se impide la nitrificación del amoníaco.
- Los metales pesados tienen un impacto negativo sobre la nitrificación. Se recomienda un tratamiento químico (precipitación de los metales pesados) antes de la piscina aireada.
- Es muy importante la temperatura del agua para la nitrificación. La nitrificación se realiza idealmente en **temperaturas mayores de 15°C**
- El contenido de carbón en las aguas lixiviadas de la fermentación con producción de metano puede ser demasiado bajo para la denitrificación. En este caso, se debe añadir metanol o ácido de vinagre. Se recomienda también la mezcla con las aguas lixiviadas de la planta de compostaje, si el municipio dispone de esta infraestructura.

El Dibujo 20 muestra un diseño esquemático de una piscina aireada con nitrificación y denitrificación.

DENITRIFICACION ANTERIOR



DENITRIFICACION POSTERIOR



Con esta tecnología se pueden lograr valores muy bajos de contaminación, como lo muestra el Cuadro 15:

Cuadro 15: Concentraciones de contaminantes después del tratamiento de las aguas lixiviadas en una piscina aireada con nitrificación y denitrificación /17, 21/

| Parámetro | Concentración (mg/l) | Rendimiento del tratamiento (%) |
|------------------|----------------------|---------------------------------|
| DBO ₅ | 20 | 95 – 98 |
| N | 10 | > 95 |
| DQO | 400 - 1500 | 90 – 95 |

Hay que decir que el tratamiento con piscinas aireadas necesita inversiones sumamente altas y tiene también costos altos de operación. No se recomienda este tipo de tratamiento cuando el municipio en cuestión tiene otra alternativa de tratamiento.

Se puede considerar el tratamiento de las aguas lixiviadas con piscina aireada en el siguiente caso:

- El relleno produce una gran cantidad de aguas lixiviadas y el municipio no dispone del terreno necesario para construir lagunas de tratamiento biológico.
- El relleno se encuentra en una zona con alta sensibilidad ecológica.
- Después del tratamiento, las aguas lixiviadas se vierten en aguas superficiales que serán utilizadas para consumo humano (agua potable). Este caso se debe evitar al máximo.
- El municipio en cuestión debe tener la capacidad financiera para asumir los costos operativos.

Para eso sería recomendable un sistema de recuperación de los costos del manejo de los desechos sólidos de la ciudadanía, es decir que cada hogar paga un impuesto mensual que corresponde a su porcentaje del presupuesto total.

4.4.3.1.4.4.1.3.- Lagunas

Las lagunas son la alternativa más económica entre las alternativas consideradas (el tratamiento anaeróbico es un pre-tratamiento, no una alternativa), y además es un proceso muy eficaz.

Los costos de inversión son muy bajos, y casi no existen costos operativos.

El Cuadro 16 muestra los tipos más comunes de lagunas de tratamiento biológico:

Cuadro 16: Lagunas de tratamiento biológico de aguas usadas /20/

| | |
|--------------------------|---|
| Laguna aerobia | Laguna de poca profundidad que mantiene oxígeno disuelto en todo el tirante de agua |
| Laguna aireada | Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se suple el abastecimiento de oxígeno por aireación mecánica o difusión de aire comprimido. |
| Laguna anaerobia | Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno disuelto, con la producción de gas metano y otros gases como el sulfuro de hidrógeno (H ₂ S). La laguna anaerobia es un sistema de pre- tratamiento! |
| Laguna de estabilización | Se entiende por lagunas de estabilización los estanques construidos en tierra, de poca profundidad y periodos de retención considerable. En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. |
| Laguna de maduración | Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia – facultativa – aireada – secundaria). |
| Laguna facultativa | Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables. |

Es verdad que se necesita un área muy extendida para asegurar un buen tratamiento de las aguas lixiviadas. **La laguna no debe ser más profunda de 5 - 10 cm. y es necesario un tiempo de retención entre 30 y 50 días** (menos en un clima caliente, más en un clima frío).

El Cuadro 17 muestra algunos ejemplos para el diseño de una laguna biológica.

El Cuadro muestra que el área necesaria para la laguna puede variar entre 50 % y 200 % del área del relleno. Los factores de influencia más importantes son el clima (precipitación y temperatura), el tipo de manejo del relleno (manual o compactado, buena o mala compactación) y la población. En los casos de los Municipios E y F, se muestra que se puede reducir considerablemente el área de relleno, y por consecuencia la cantidad de las aguas lixiviadas, si se construye una planta de compostaje.

Eso se recomienda especialmente para pequeñas ciudades donde es más fácil capacitar a los ciudadanos para clasificar los desechos biodegradables y donde existe un buen mercado para abono natural.

Cuadro 17: Diseño de una laguna aerobia para tratamiento biológico de las aguas lixiviadas

| Parámetro | Municipio A | Municipio B | Municipio C | Municipio D | Municipio E | Municipio F |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Población | 2300 | 15000 | 67000 | 200000 | 800 | 150000 |
| Producción de basura (kg/(persona*día)) | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,55 | 0,4 | 0,5 |
| Producción de basura (ton/año) | 335,8 | 2190 | 12227,5 | 40150 | 116,8 | 27375 |
| Tipo de relleno | Manual | Manual | Compactado | Compactado | Manual | Compactado |
| Compostaje | No | No | No | No | Si | Si |
| Porcentaje de la basura compostada (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 |
| Cantidad de la basura compostada (ton/año) | 0 | 0 | 0 | 0 | 46,72 | 10950 |
| Cantidad de la basura rellena (ton/año) | 335,8 | 2190 | 12227,5 | 40150 | 70,08 | 16425 |
| Vida útil del relleno (años) | 15 | 15 | 18 | 12 | 18 | 16 |
| Densidad de la basura rellena (ton/m ³) | 0,45 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,7 |
| Volumen relleno por año (m ³) | 746,22 | 4380,00 | 17467,86 | 57357,14 | 175,20 | 23464,29 |
| Volumen necesario del relleno (m ³) | 14551,33 | 85410,00 | 408747,86 | 894771,43 | 4099,68 | 488057,14 |
| Área del relleno (ha) | 0,97 | 5,69 | 4,09 | 8,95 | 0,27 | 4,88 |
| Precipitación anual (mm) | 2500 | 1000 | 700 | 1500 | 2500 | 1800 |
| Porcentaje de las aguas de lluvia que se escurren (%) | 60 | 60 | 40 | 25 | 60 | 40 |
| Producción de agua lixiviada (m ³ /(ha*día)) | 41,10 | 16,44 | 7,67 | 10,27 | 41,10 | 19,73 |
| Producción de agua lixiviada (m ³ /día) | 39,87 | 93,60 | 31,36 | 91,93 | 11,23 | 96,27 |
| Temperatura promedio (°C) | 25 | 14 | 19 | 21 | 22 | 17 |
| Tiempo de retención de las aguas lixiviadas en la laguna (días) | 30 | 50 | 45 | 30 | 30 | 45 |
| Profundidad de la laguna (m) | 0,10 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,07 |
| Área necesaria para la laguna de tratamiento (m ²) | 11960,00 | 93600,00 | 20157,43 | 30642,86 | 3369,60 | 61890,61 |
| Área necesaria para la laguna de tratamiento (ha) | 1,20 | 9,36 | 2,02 | 3,06 | 0,34 | 6,19 |

Se puede **mejorar el tratamiento en la laguna con tres medidas importantes:**

a) Se siembran plantas acuáticas dentro de la laguna. Estas plantas utilizan una parte de las aguas lixiviadas para su nutrición y reducen considerablemente su cantidad. Son apropiados totora, carrizo o aliso adentro de la laguna; además, se recomienda sembrar eucalipto, guadúa o zapallo alrededor de la laguna. Estas plantas absorben las aguas que difunden afuera de la laguna y evitan la contaminación del suelo y de las acuíferas. Además, se puede utilizar el eucalipto o la guadúa para construcciones necesarias sobre el relleno (p.e., palos para chimeneas).

b) No se construye una sola laguna inmensa pero sí una secuencia de lagunas. Esto permite una mejor aireación de las aguas lixiviadas por causa del proceso secuencial. Las lagunas deben tener niveles diferentes para permitir un corriente por pendiente natural. Además se retienen las partículas sólidas en las primeras lagunas y es más clara el agua en las lagunas siguientes.

Este tipo de lagunas sucesivas se recomienda especialmente en la sierra donde los terrenos generalmente son muy inclinados.

c) Se construye una piscina de sedimentación antes de la laguna. La mayoría de las partículas sólidas (materia suspendida) se retienen en esta piscina que debería ser vaciada cada mes o cada dos meses. Un tiempo de retención de 1 h es suficiente para esta piscina (se puede construir con una profundidad de 1—2 m).

Con un pre-tratamiento físico, se puede también reducir el tiempo de retención necesario para remover los contaminantes.

Las lagunas de tratamiento tienen un costo de inversión y de mantenimiento muy bajo y, si se construyen de manera apropiada, una alta eficiencia. Es verdad que no se recomienda la laguna de tratamiento en climas muy fríos. La nitrificación de las aguas lixiviadas se paraliza en temperaturas más bajas que 5 °C, y el poder de reducción de la DBO5 se disminuye considerablemente /21/.

Eso no constituye un problema en las regiones de la costa, de la Amazonía y en la mayoría de las ciudades de la Sierra pero puede impedir la implementación de las lagunas durante algunos meses del año en el Páramo.

Las lagunas aerobias con plantas acuáticas se pueden considerar como humedales artificiales. Se pueden conseguir más detalles sobre el dimensionamiento y la construcción de éstas en la publicación “Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales” de Jaime Andrés Lara Borrero, en el sitio www.cepis.ops-oms-org (portal de tratamiento de las aguas).

4.4.3.2- Tratamiento de Gases

4.4.3.2.1.- Emisiones Atmosféricas del Relleno Sanitario

Fuente de las Emisiones Olfatorias

Las emisiones olfatorias en el relleno tienen los siguientes orígenes:

- Emisiones gaseosas de la basura cruda que se descarga y coloca en el relleno.
- Olores generados por contacto de las aguas lixiviadas con el aire.
- Olores de los gases del relleno
- Olores generados durante tratamiento previo de los desechos en el mismo lugar del relleno (compostaje, reciclaje)

Las emisiones olfatorias se producen especialmente si los desechos o las aguas lixiviadas son removidos, mezclados y tienen por consecuencia más contacto con la atmósfera.

El Cuadro 18 resume los compuestos más importantes de los gases del relleno y su concentración /23/. Los compuestos que producen los olores típicos del relleno son resaltados con negrillas.

Cuadro 18: Componentes de los gases del relleno

| Compuesto | Concentración mínima para poder sentir el olor (mg/m ³) | Concentración del gas en el relleno sanitario (mg/m ³) |
|----------------------------------|---|--|
| Metantion (metilmercaptan) | 40 000 | 5 - 2000 |
| Dimetilsulfit | 0.01 | 0.02 - 0.4 |
| H₂S metilester | 0.05 | 0.02 - 0.8 |
| Etilester de ácido de propión | 0.1 | 0.01 - 0.06 |
| H₂S etilester | 0.003 | 0.03 - 5.0 |
| Xilol y compuestos | 0.4 | 0.09 - 0.1 |
| Etilbenzol | 0.2 | 0.06 - 0.1 |
| Propilbenzol | 0.04 | 1.7 - 3.0 |
| Butilbenzol | 0.1 | 0.3 - 1.4 |

4.4.3.2.2.- Medidas Contra la Dispersión de Malos Olores

Las medidas más importantes, tanto técnicas como organizativas para bajar las emisiones olfatorias son las siguientes:

- Manejo técnico del relleno

La medida más importante para evitar molestias causadas por la dispersión de emisiones olfatorias es la **cubierta diaria de los desechos**. La cubierta con tierra impide considerablemente el contacto de los gases productos de la biodegradación con el aire.

Las **concentraciones de los malos olores son hasta 3 veces más elevadas en un botadero abierto**. Se debe cubrir la basura, tanto en los más pequeños rellenos manuales como en los grandes rellenos operados con compactadoras.

- Otra medida importante es el drenaje y la incineración de los gases de relleno. Luego se dan informaciones detalladas mas sobre las tecnologías que se pueden utilizar para eso. Si se comienza a incinerar el gas de relleno 6 meses después del comienzo de la operación del relleno, se bajan considerablemente las emisiones olfatorias. El sistema de drenaje de los gases debe incluir las celdas actualmente en operación y las celdas terminadas.
- No se recomiendan sistemas donde se dispersen las aguas lixiviadas sobre el cuerpo de basura, ya que esta tecnología aumenta considerablemente las emisiones olfatorias y crea un ambiente poco saludable para los obreros del relleno.
- Planificación del paisaje: Un cerco vivo alrededor del relleno y el ajardinamiento de las celdas terminadas con plantas apropiadas, disminuye también el problema de los malos olores. Se debe considerar que siempre sigue difundiendo afuera una cierta cantidad de gases del relleno, incluso si existe un sistema de drenaje e incineración. Esos gases se pueden absorber parcialmente por plantas, lo que mejora la atmósfera de trabajo para los obreros del relleno
- Organización del Sistema de Manejo de los Desechos Sólidos: Es muy importante y poco costoso reducir la cantidad de los desechos orgánicos que van al relleno sanitario. Eso se puede realizar con la clasificación domiciliaria y el compostaje de los desechos biodegradables. Como las emisiones se producen exclusivamente por biodegradación de la materia orgánica, se baja considerablemente la cantidad de gases de relleno y de emisiones inmediatas (como durante la descarga de los desechos) cuando estos desechos ya se separan en la fuente.

4.4.3.2.3.- Los Gases de Relleno

Como una parte importante de los desechos sólidos que se disponen en el relleno sanitario es orgánica, se producen emisiones gaseosas debidas a la descomposición de la materia orgánica.

Estas emisiones son compuestas de varios gases orgánicos y se llaman "gas de relleno". La cantidad de gases producidos en un relleno sanitario se puede calcular con la siguiente fórmula /7/, /25/:

$$G_{\max} = 1.868 * C_{\text{org}} * (0.014 T + 0.28) * (1 - 10^{-kt})$$

C_{org} : Contenido de carbón orgánico en la basura (eso es entre 17 - 22 % en la basura no separada y entre 2 - 10 % en la basura no biodegradable clasificada)

T: Temperatura (°C); la temperatura dentro del cuerpo de basura se puede estimar con un promedio de 30°C, debido a los procesos exotérmicos de biodegradación.

k: Constante de biodegradación (entre 0.025 - 0.05; en general se encuentra entre 0.035 - 0.04).

Esta fórmula describe la producción máxima teórica de gas de relleno; es decir que no se consideran las perdidas de carbón orgánico debido a la biodegradación aeróbica y la producción de aguas lixiviadas. Además, existe siempre un cierto porcentaje de carbón orgánico que no se convierte en gas de relleno.

Estas pérdidas se calculan según los siguientes factores /26/:

$$G = G_{\max} * f_{a0} * f_a * f_0$$

f_{a0} : Factor de pérdidas iniciales (Porcentaje de carbón orgánico que no se pierde durante la primera fase de fermentación aeróbica)

f_a : Porcentaje de carbón orgánico que se transforma en gas de relleno (CO2 o CH4)

f_0 : Factor de optimización; considera la tecnología del manejo del relleno (especialmente compactación y cobertura diaria)

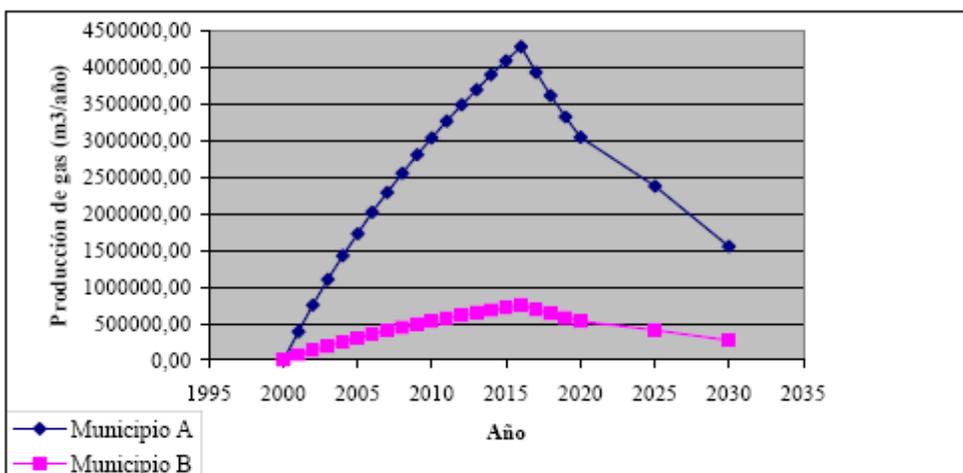
El Cuadro 20 muestra los valores que pueden tener estos factores bajo diferentes condiciones:

Cuadro 20: Valores de los factores de pérdida de gas de relleno /26/

| Factor | Valor mínimo | Condición | Valor máximo | Condición |
|----------|--------------|---|--------------|---|
| f_{a0} | 0,80 | - Construcción del relleno en capas delgadas - Exposición de los desechos al aire - Crecimiento lento del cuerpo de relleno | 0,95 | - Construcción del relleno en capas espesas - Cubierta inmediata de la basura - Elevación rápida del cuerpo de relleno |
| f_a | 0,70 | Valor promedio | 0,70 | Valor promedio |
| f_0 | 0,65 | - Mala compactación - Falta de cubierta diaria - Alta precipitación | 0,80 | - Construcción del relleno en capas delgadas - Cobertura inmediata de la basura - Buena compactación - Baja precipitación - Recirculación de las aguas lixiviadas o uso de celdas llenas como filtro anaeróbico |

Quando se utiliza esta fórmula hay que tomar en consideración que resulta en una curva de suma, como se añade cada año el gas producido por la basura nuevamente cargada mientras que la basura anteriormente colocada sigue produciendo gas de relleno. El Dibujo 22 y el Cuadro 21 muestran dos ejemplos para el cálculo de la producción del gas de relleno.

Dibujo 22: Producción de gas en un relleno sanitario

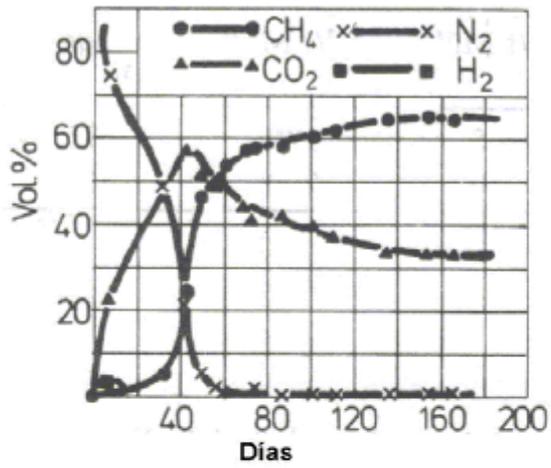


Cuadro 21: Producción del gas de relleno

| | Municipio A | | | Municipio B | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------------|
| Sistema de manejo de los desechos sólidos | Recolección de basura mezclada; toda la basura se va al relleno sanitario | | | Clasificación domiciliaria de los desechos biodegradables; reciclaje de los materiales valorables; solamente la basura no valorable (50 %) se va al relleno | | |
| C _{org} (%) | 20 | | | 7 | | |
| Año | Producción de basura (t/año) | Basura en el relleno (t) | Producción de gas (m ³ /a) | Producción de basura (t/año) | Basura en el relleno (t) | Producción de gas (m ³ /a) |
| 2000 | 18250 | 18250 | 0 | 18250 | 9125 | 0 |
| 2001 | 18615 | 36865 | 389777,28 | 18615 | 18433 | 68211,02 |
| 2002 | 18987 | 55852 | 755518,01 | 18987 | 27926 | 132215,65 |
| 2003 | 19367 | 75219 | 1099334,70 | 19367 | 37610 | 192383,57 |
| 2004 | 19754 | 94974 | 1423188,68 | 19754 | 47487 | 249058,02 |
| 2005 | 20149 | 115123 | 1728859,76 | 20149 | 57562 | 302550,46 |
| 2006 | 20552 | 135676 | 2018003,75 | 20552 | 67838 | 353150,66 |
| 2007 | 20964 | 156639 | 2292141,24 | 20964 | 78320 | 401124,72 |
| 2008 | 21383 | 178022 | 2552689,98 | 21383 | 89011 | 446720,75 |
| 2009 | 21810 | 199832 | 2800909,25 | 21810 | 99916 | 490159,12 |
| 2010 | 22247 | 222079 | 3037976,82 | 22247 | 111040 | 531645,94 |
| 2011 | 22692 | 244771 | 3265016,99 | 22692 | 122385 | 571377,97 |
| 2012 | 23145 | 267916 | 3483019,53 | 23145 | 133958 | 609528,42 |
| 2013 | 23608 | 291524 | 3692893,40 | 23608 | 145762 | 646256,34 |
| 2014 | 24080 | 315605 | 3895516,00 | 24080 | 157802 | 681715,30 |
| 2015 | 24562 | 340167 | 4091671,76 | 24562 | 170083 | 716042,56 |
| 2016 | cierre del relleno | 340167 | 4282102,38 | cierre del relleno | 170083 | 749367,92 |
| 2017 | | 340167 | 3932394,20 | | 170083 | 688168,99 |
| 2018 | 0 | 340167 | 3611245,78 | 0 | 170083 | 631968,01 |
| 2019 | 0 | 340167 | 3316324,71 | 0 | 170083 | 580356,82 |
| 2020 | 0 | 340167 | 3045489,08 | 0 | 170083 | 532960,59 |
| 2025 | 0 | 340167 | 2375769,72 | 0 | 170083 | 415759,70 |
| 2030 | 0 | 340167 | 1551687,79 | 0 | 170083 | 271545,36 |

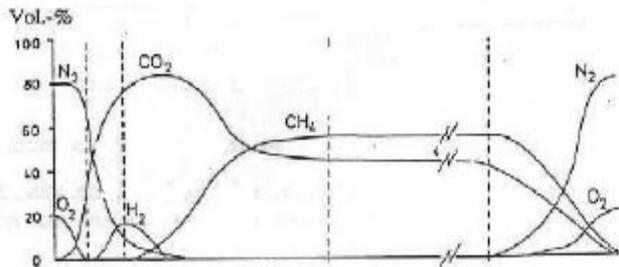
El gas de relleno tiene una composición variable. Especialmente la segunda fase de descomposición (fermentación ácida) produce una alta variedad de gases diferentes. **En la última fase, el gas de relleno se compone de aproximadamente 55 % de metano y 45 % de dióxido de carbón.** Los otros gases se encuentran como elementos trazas. El Dibujo 23 a y b muestra la variación en la composición del gas de relleno durante el tiempo.

Dibujo 23a: Variación de la composición del gas de relleno en los primeros 4 meses /25/



Dibujo 23b: Variación de la composición del gas de relleno durante las 4 fases de fermentación /26/

Composición del gas



Durante la **fermentación metánica** se estabiliza la composición del gas de relleno. El gas de relleno tiene la siguiente **composición durante esta fase**:

Cuadro 22: Composición típica del gas de relleno durante la fermentación metánica /7/

| Componente | Concentración típica | Comentarios |
|--|-----------------------------|--|
| <i>Componentes con concentración elevada</i> | | |
| Metano (CH ₄) | 40 - 65 % (Volumen %) | Se encuentra generalmente entre 50 - 60 % |
| Dioxido de carbón (CO ₂) | 20 - 55 % (Volumen %) | Se encuentra generalmente entre 35 - 45 % |
| Aire | 0 - 40 % (Volumen %) | |
| Vapor de agua | Depende de la temperatura | Se trata en general de vapor saturado |
| <i>Gases con baja concentración</i> | | |
| Hidrocarburos | 0 - 100 mg/m ³ | La concentración de los hidrocarburos baja con el tiempo |
| Hidrocarburos halogenados | 20 - 1000 mg/m ³ | |
| H ₂ S | 0 - 800 mg/m ³ | |
| NH ₃ | 0 - 50 mg/m ³ | |
| Cl _{total} | 5 - 600 mg/m ³ | generalmente < 100 mg/m ³ |
| F _{total} | 1 - 100 mg/m ³ | generalmente < 50 mg/m ³ |

El **gas de relleno es explosivo e inflamable**. Si no se evacua de manera adecuada, se dispersa sin control dentro del relleno e invade también terrenos adyacentes. Puede causar incendios o explosiones. Ya se observaron casos en los cuales el gas de relleno se infiltró dentro del sótano de edificios o dentro del alcantarillado y causó explosiones allá.

Si el CH₄ (metano) es **explosivo en concentraciones entre 5 - 15 %**; en concentraciones **más elevadas de 15 %**, es inflamable.

Otros impactos nefastos del gas de relleno consisten en la **dispersión en el suelo**, donde el metano puede **dañar a las raíces de las plantas**, impidiendo el suministro de la planta con oxígeno y aire.

El metano también tiene un impacto **venenoso en los seres humanos expuestos durante largo tiempo** (por ejemplo, los obreros del relleno, recicladores trabajando en el relleno).

Además, el metano tiene alto impacto como **gas de invernadero** y daña a la atmósfera y al clima.

4.4.3.2.4.- Drenaje, Incineración y Uso del Gas de Relleno

El gas de relleno se puede evacuar con drenaje activo o pasivo. El drenaje activo consiste en la succión del gas mediante un soplador. Cuando se hace el drenaje pasivo, se controla la difusión natural de los gases, con el fin de evacuarles solamente por los orificios previstos. Se logra una mayor eficiencia con el drenaje activo, pero los costos del drenaje pasivo son mucho más bajos.

El Cuadro 23 muestra el porcentaje de gas de relleno captado con el drenaje, dependiendo de la tecnología de relleno. El resto del gas se difunde por la superficie del relleno o por el suelo adyacente.

Cuadro 23: Porcentaje de gas de relleno captado /26/

| Porcentaje de gas de relleno que se puede captar (%) | Tipo de relleno |
|--|---|
| 0 | Relleno sin ningún sistema de drenaje de gas |
| 10 - 20 | Relleno con drenaje puntual pasivo (chimeneas u orificios), mal compactado y sin cobertura suficiente |
| 25 - 50 | Relleno con drenaje activo (soplador), mal compactado y sin cobertura suficiente |
| 30 - 60 | Relleno con drenaje pasivo, bien compactado y con cobertura diaria suficiente |
| 40 - 70 | Relleno con drenaje activo, bien compactado y con cobertura diaria suficiente |
| 70 - 100 | Relleno cerrado con taludes y capa final impermeable y bien compactada, drenaje pasivo o activo |

4.4.3.2.4.1.- Drenaje Pasivo

a.- Drenaje Pasivo Sin Chimeneas

En un relleno compactado, el gas de relleno se mueve con preferencia horizontalmente en las capas de basura. Se difunde por la capa superficial del cuerpo de basura o por los taludes laterales, se mezclan con el aire y se diluyen. La cubierta con tierra tiene un impacto como filtro biológico, es decir que ya existe un cierto tratamiento de los gases de relleno antes de que se mezclen con la atmósfera.

Es verdad que en la práctica el **drenaje pasivo** sin chimeneas provoca algunos **problemas**, los **más importantes** son los siguientes /25/:

- En las celdas ya terminadas, cubiertas y planteadas, se puede impedir el suministro de aire de las raíces por causa de la concentración alta de metano en la capa de tierra.
- Cuando existen fisuras en los taludes o la superficie del relleno, los gases se difunden por las fisuras sin pasar por el filtro biológico que constituye la capa de tierra.
- Si se descarga lodo o basura muy húmeda en el relleno, o si el relleno está expuesto a demasiada lluvia, se pierde el impacto de filtro biológico.
- Si se produce una cantidad muy alta de gas de relleno o si el gas se difunde solamente en algunos puntos definidos y no por la superficie entera, hay demasiada carga al filtro biológico y el filtro pierde su eficiencia.
- En terrenos que están en altura no accede suficiente oxígeno a los microorganismos en la capa de tierra y el filtro biológico no funciona adecuadamente.

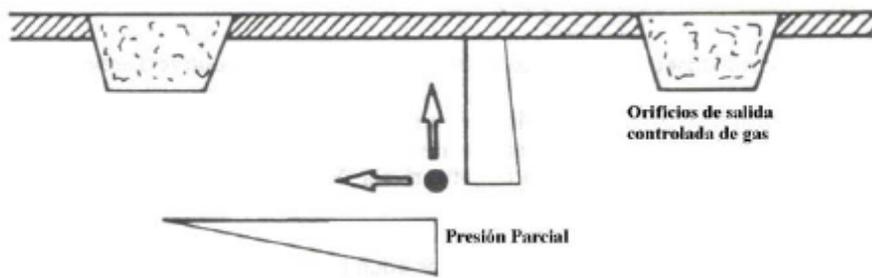
El drenaje pasivo se puede aplicar en rellenos cerrados o en rellenos operados. En un relleno todavía en operación, la capa actual de superficie sirve como filtro biológico. Para eso es muy importante que se cubra diariamente la basura con una capa suficiente de tierra. Si se implementa en una celda que ya terminó su vida útil, se pueden recomendar 2 tipos de procedimiento:

1. Orificios sirviendo como filtros biológicos

La celda se cierra y se cubre con tierra bien compactada. Se dejan orificios en esta cubierta de tierra y se llenan con compost. No se compacta el compost en estos orificios. Debe ser suelto para tener la eficiencia óptima como filtro biológico.

El Dibujo 24 muestra la aplicación del **drenaje pasivo en un relleno cerrado**:

Dibujo 24: Modelo del drenaje pasivo /25/



Generalmente no se recomienda el drenaje pasivo sin chimeneas. Solamente se puede preferir este método en los siguientes casos:

- Municipalidad pequeña que no tiene los recursos personales para construir chimeneas durante la operación del relleno sanitario
- Evacuación de gases de relleno en un botadero cerrado que no tiene ningún dispositivo para el drenaje
- Relleno pequeño manual con mala compactación. Aquí hay un mayor porcentaje de gas que se difunde por la superficie del cuerpo de basura, ya que la difusión vertical no se impide por la compactación.

b.- Drenaje Pasivo Con Chimeneas

Si se realiza el drenaje pasivo con chimeneas hay que construir las chimeneas de drenaje durante la operación del relleno sanitario. Aquí se aprovecha de la difusión horizontal del gas de relleno. El gas se difunde hacia la próxima chimenea y por ella de manera controlada hacia afuera. Las chimeneas tienen una alta permeabilidad para el gas y por consecuencia queda muy baja la cantidad de gas que no se difunde por la chimenea, pero por la superficie del cuerpo de basura sí.

Las chimeneas de drenaje se pueden **construir de dos maneras**:

1. **Jaula de malla** con 4 puntales de madera, llenada con piedra bola o grava
2. **Tubo perforado** llenado con piedra bola o grava.

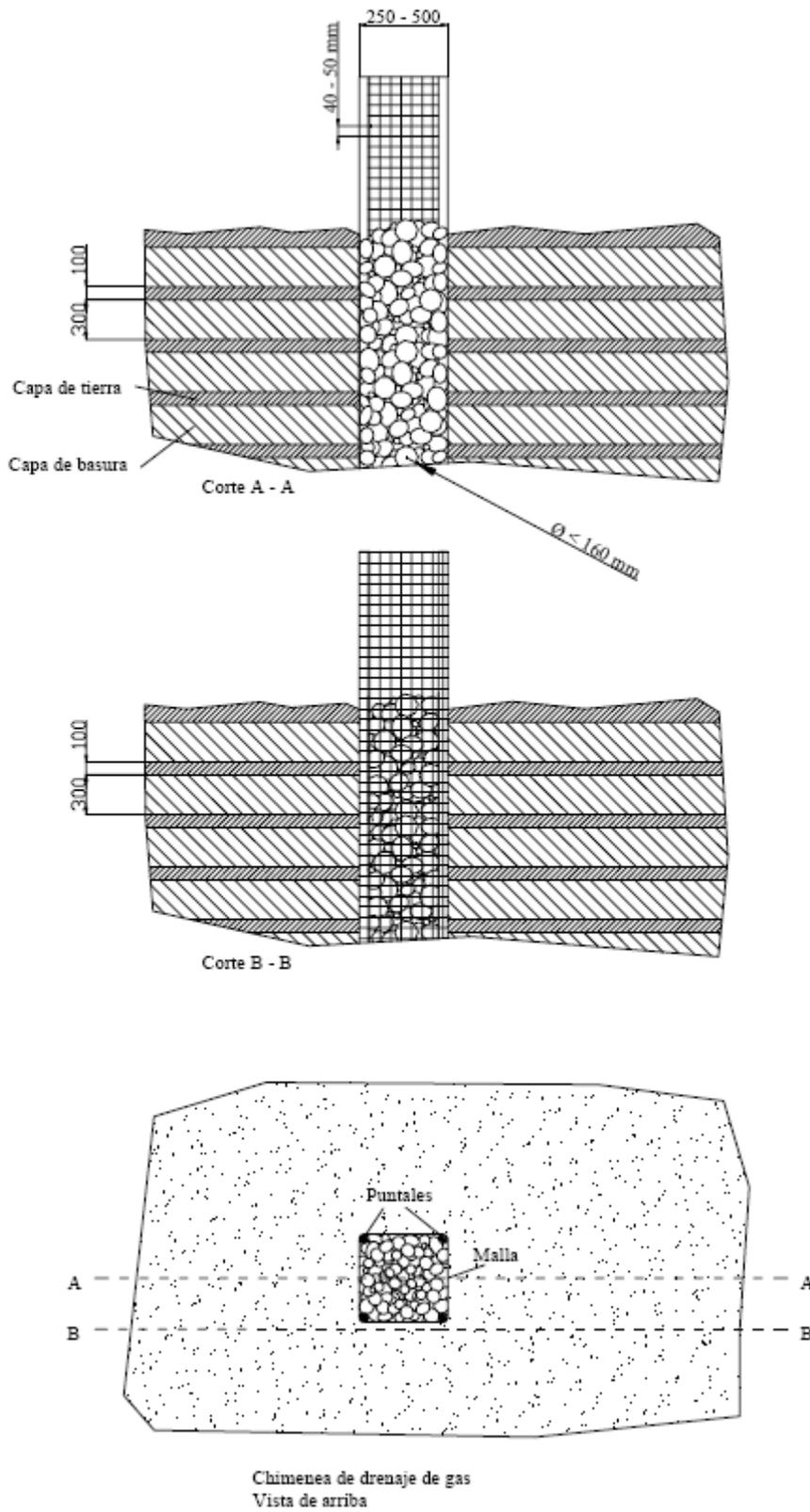
El Cuadro 24 muestra las características necesarias para los dos tipos de chimenea.

Cuadro 24: Requerimientos para la construcción de chimeneas

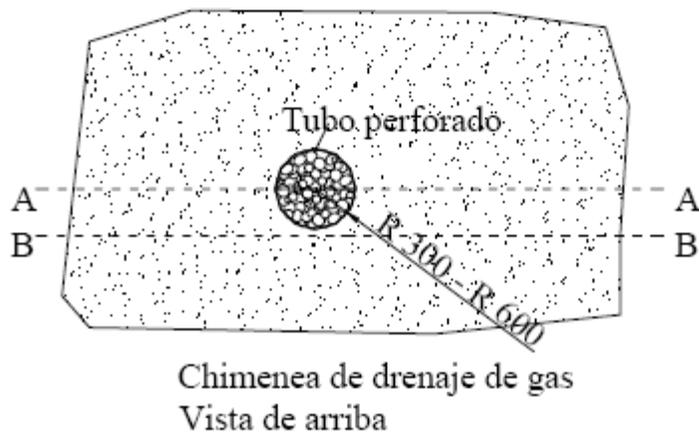
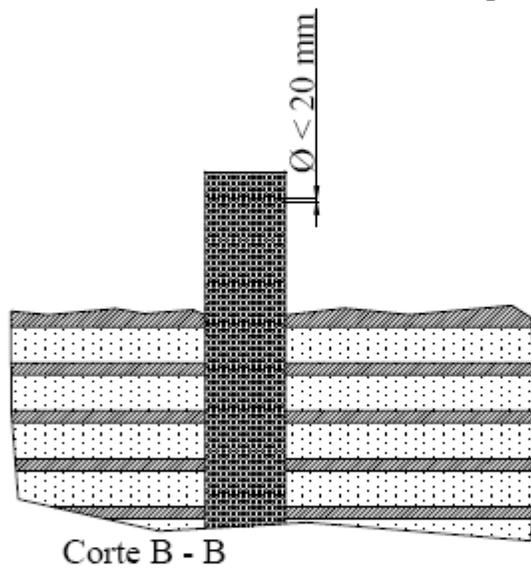
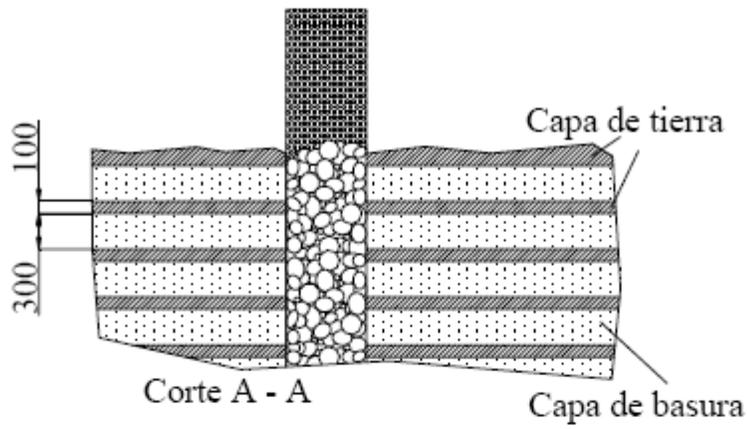
| Parámetro | Chimenea construida de malla con puntales de madera | Chimenea con tubo perforado |
|----------------------------------|--|--|
| Ancho de la chimenea | 0.5 - 1 m | Ø 0.6 - 1.2 m |
| Material de construcción | Puntales: Madera (preferiblemente eucalipto o guadúa que se cultiva alrededor del relleno y que tiene la función de retener una parte de las aguas lixiviadas) Malla: Malla de acero; distancia entre los alambres < 2 cm | Plástico perforado La superficie total de los orificios debe ser 10 % de la superficie del tubo. Diámetro de los orificios: < 2 cm Material: Preferiblemente PEHD (puede ser fabricado de PEHD reciclado) |
| Material para llenar la chimenea | Piedra bola o grava. Es importante que no contenga cal, porque se descompone fácilmente la piedra con alto contenido de cal en la atmósfera agresiva de los gases de relleno | |
| Dimensiones de las piedras | Se utiliza preferiblemente piedra con un diámetro < 16 cm, lo que impide una rápida congestión por causa de material espeso o sólido ingresando a la chimenea. También es importante que sean pequeñas las piedras porque las piedras grandes se rompen bajo la influencia del calor extremo de la incineración de los gases de relleno. | |
| Distancia entre las chimeneas | 25 - 30 m en rellenos manuales que tienen celdas con una altura de menos de 8 m 20 - 25 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura < 15 m 15 - 20 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura > 15 m | |

El Dibujo 26 muestra los dos tipos de chimenea /4/, /27/, /28/:

Dibujo 26a: Chimenea con malla y puntales para drenaje pasivo



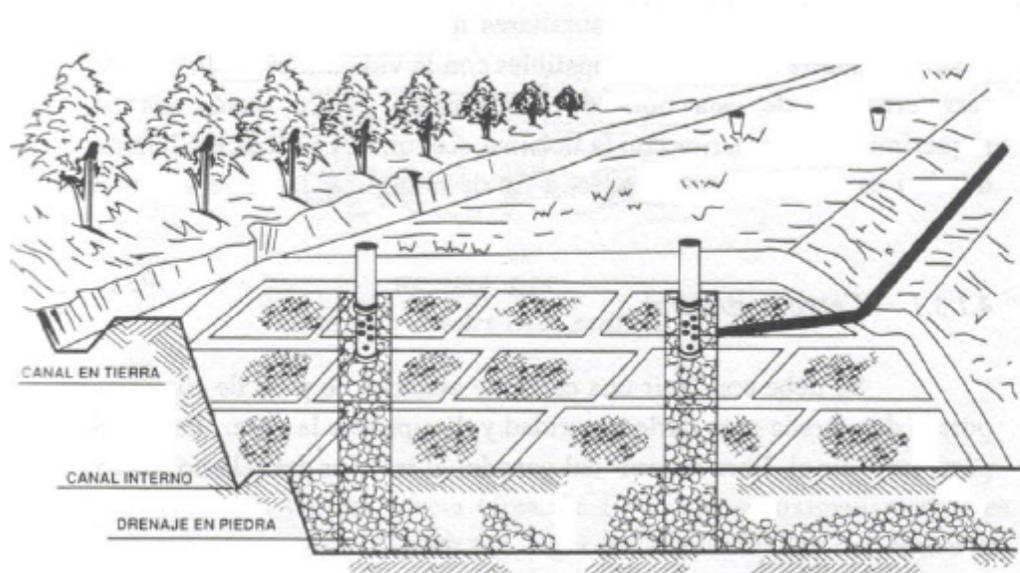
Dibujo 26b: Chimenea con tubo perforado para drenaje pasivo



Si se construye un relleno con un sistema de drenaje de las aguas lixiviadas como se presenta en el Dibujo 10, es decir, canales colocados en forma de espina de pescado, se recomienda ubicar las chimeneas sobre los canales. Con eso, las aguas se infiltran por las chimeneas y se escurren en dirección de los canales. Paralelamente, las aguas lixiviadas sirven como lavadora para los gases de relleno, y una cierta cantidad de contaminantes del gas ya se absorbe en el agua.

El Dibujo 27 muestra un esquema de colocación de las chimeneas de gas sobre los canales de drenaje /6/.

Dibujo 27: Colocación de chimeneas



4.4.3.2.4.1.1.- Incineración del Gas de Relleno en la Chimenea

Si se realiza el drenaje pasivo con chimeneas, es muy importante que se quemé el gas de relleno que sale de las chimeneas. Si no, las chimeneas constituyen un peligro importante para los obreros y recicladores en el relleno, porque los gases de relleno salen casi sin dilución de las chimeneas.

Los impactos más importantes serían:

- Dolores de cabeza y náusea (exposición corta, impacto a corto plazo)
- Asfixia (casos extremos)
- Daños al cerebro y al sistema nervioso (exposición durante largo tiempo)

Además, el gas de relleno puro que sale de las chimeneas causa graves daños al medio ambiente. Se puede quemar el gas de relleno dentro de la chimenea, protegiendo los puntales y la malla con un tubo de hormigón o un capuchón metálico.

Este capuchón se puede fabricar de barriles o latas abandonadas. La chimenea donde se incinera el gas no debe ser más elevada que la celda para evitar que se mezcle el aire ambiental con el gas combustible. Con la incineración controlada del gas puro de relleno se evita también el peligro de explosión que siempre existe cuando se mezcla el metano con la atmósfera.

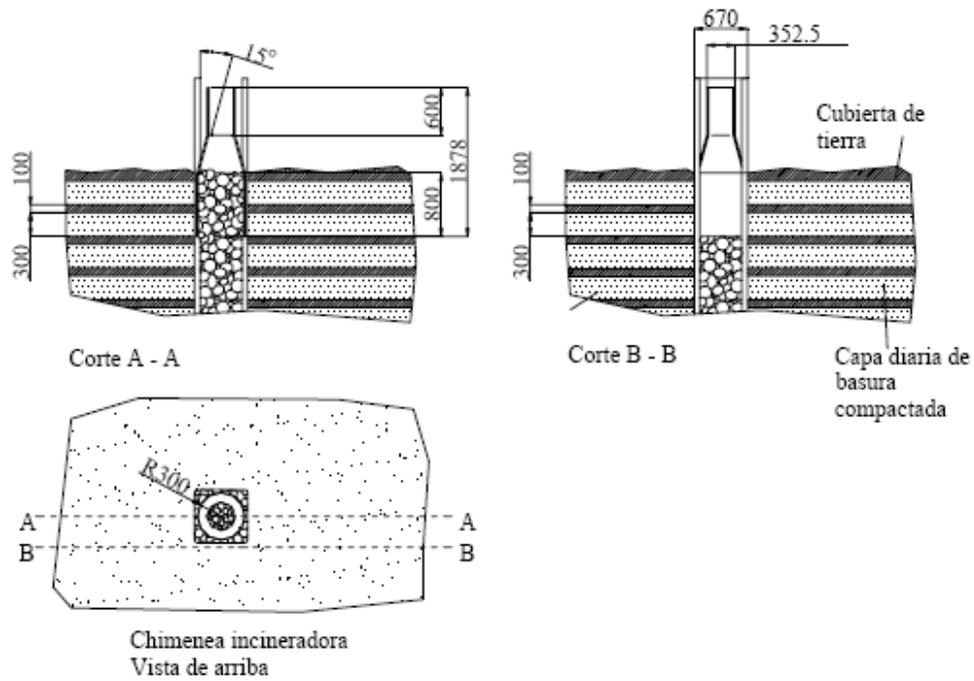
Es más fácil incinerar los gases en una chimenea que se encuentra en una celda ya cerrada, pues se queda igual el nivel de la celda, pero es también posible incinerar los gases en una celda en operación.

Aquí hay que apagar el fuego en la chimenea y elevarla paralelamente con el crecimiento de la celda.

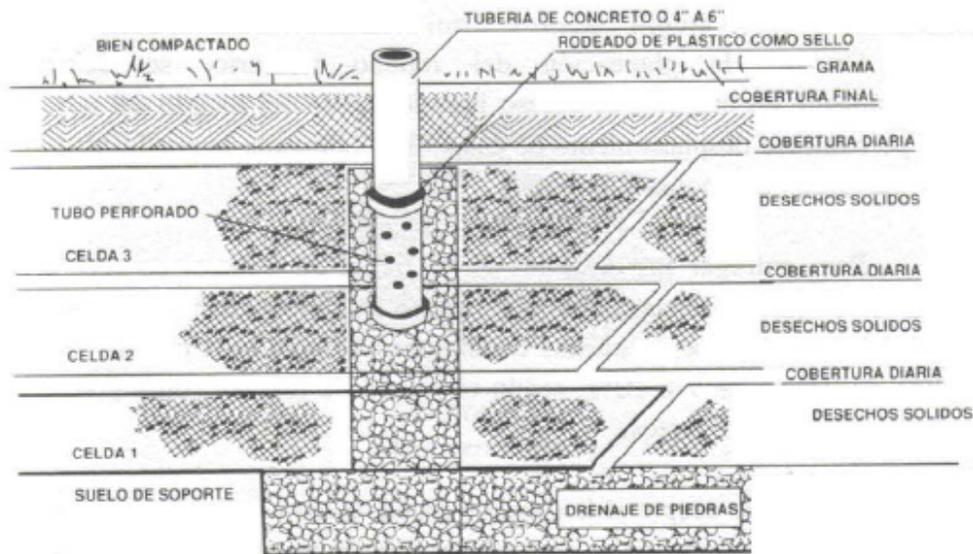
Este trabajo se debería hacer cada 2 semanas o cada mes, dependiendo del tamaño del relleno.

El Dibujo 28 muestra un corte de una chimenea con capuchón de incineración.

Dibujo 28a : Capuchón metálico para la incineración del gas de relleno en una celda en operación /29/



Dibujo 28b: Capuchón de hormigón para la incineración del gas de relleno en una celda terminada /4/



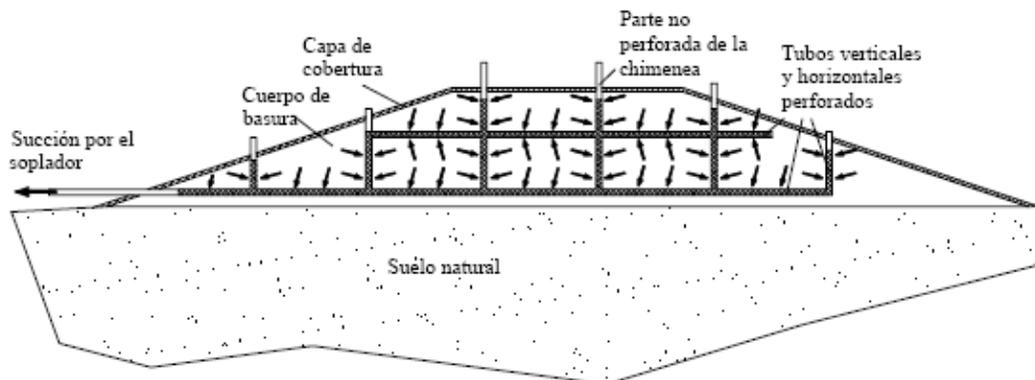
Para evitar los daños a los seres humanos y al medio ambiente, se recomienda quemar el gas de relleno durante la operación del relleno y 15 - 20 años después de su cierre.

4.4.3.2.4.2.- Drenaje Activo

4.4.3.2.4.2.1.- Principios y Unidades de Sistemas para el Drenaje Activo

En los sistemas de drenaje activo, se succiona el gas con un soplador que se conecta con las chimeneas. Se conducen los gases hacia el incinerador por un sistema de tubería bajo el cuerpo de basura, como se muestra en el Dibujo 29.

Dibujo 29: Sistema de drenaje activo /25/

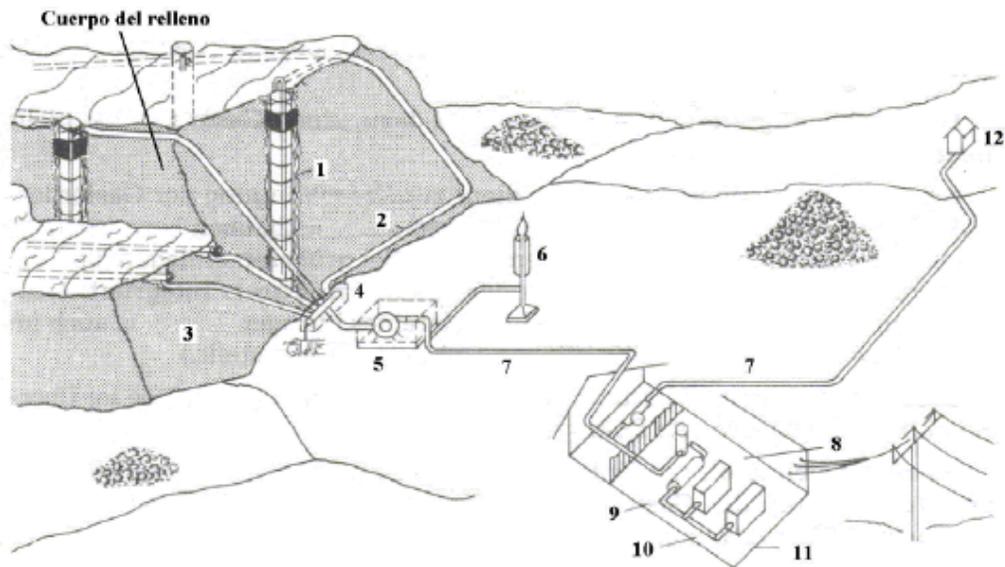


El **sistema de drenaje activo** consiste de los siguientes elementos /25/:

- **Colectores de gas:** Estos son las chimeneas verticales y la tubería horizontal que se colocan en el cuerpo de basura.
- **Punto de recolección:** El gas aspirado en diferentes chimeneas se conduce a ellas y se junta. El punto de recolección puede ser un tanque o un tubo. Se recomienda ubicar el punto de recolección en un nivel abajo de la tubería y de las chimeneas, con el fin de poder condensar en este lugar las aguas contenidas en el gas de relleno. Se debe colocar equipo de medición y ajuste en el punto de recolección.
- **Separador de agua:** Las aguas condensadas se separan del flujo de gas mediante un sifón o equipo refrigerador; después se manda con una bomba hacia la planta de tratamiento de las aguas lixiviadas.
- **Tubo de aspiración de gas:** Este es el tubo que conecta el punto de colección con el soplador.
- **Ajuste de presión y soplador:** El soplador produce depresión para succionar los gases del cuerpo de relleno, y sobrepresión para mandar los gases al incinerador. El ajuste de presión mantiene la depresión y la sobrepresión en el nivel óptimo. La presión necesaria para la succión es entre 200 - 300 mbar.
- **Casa del soplador:** En rellenos medianos o pequeños, el soplador se puede colocar en un galpón semi abierto con techo o en un contenedor. Para rellenos grandes, se recomienda colocar el soplador en el mismo edificio que el incinerador.
- **Tubo de transporte:** Este es el tubo que conduce los gases con sobrepresión hacia el incinerador.
- **Antorcha:** Unidad donde se quema el gas bajo control.
- **Incinerador:** Unidad compuesta de la antorcha, del equipo para aprovechar la energía de incineración y de los equipos auxiliares (tratamiento del gas, separación de gases, ajustes etc.)

El Dibujo 30 muestra un sistema de drenaje activo con todas las unidades:

Dibujo 30: Unidades del sistema de drenaje activo /25/



- | | | | |
|---|----------------------------|----|---|
| 1 | Chimenea | 7 | Tubería de transporte |
| 2 | Colector de gas | 8 | Consumidor 1 |
| 3 | Drenaje de gas | 9 | Tratamiento del gas |
| 4 | Punto de colección | 10 | Conversión del gas en energía eléctrica |
| 5 | Punto de transporte de gas | 11 | Casa de turbinas |
| 6 | Antorcha | 12 | Consumidor 2 |

4.4.3.2.4.2.- Chimeneas y Tubería Para el Drenaje Activo

Se deben **considerar** los siguientes puntos **durante el diseño de un sistema de drenaje activo para los gases de relleno**:

- La depresión debe ser eficiente en todo el cuerpo de basura
- Se debe minimizar la cantidad de aire succionado por el soplador
- El sistema debe tener una larga vida útil
- La capacidad de succión debe ser apropiada a la cantidad de gas
- Los tubos de succión deben ser lo más corto posible, para no tener demasiadas pérdidas de presión.

Cuando se diseña el sistema de drenaje activo junto con el relleno, generalmente se utiliza tubería horizontal colocada en diferentes niveles del cuerpo de basura para aspirar los gases. Si se debe añadir el sistema de drenaje activo a un relleno ya cerrado, es posible perforar el cuerpo de basura para poder colocar chimeneas verticales. Se resumen las informaciones más pertinentes para el dimensionamiento de las chimeneas y la tubería en el Cuadro 25 /22/:

Cuadro 25: Dimensionamiento de los tubos y las chimeneas para el drenaje activo del gas de relleno

| Criterio | Chimenea | Tubería |
|---------------------------------|---|---|
| Diámetro exterior | 0.6 - 1.2 m | Canal horizontal de 1 m de largo y 0.8 m de ancho |
| Material de relleno | Piedra bola o grava sin cal | Piedra bola o grava sin cal |
| Diámetro interior | 150 mm | 110 mm |
| Resistencia a la presión | Hasta 10 bar | Hasta 10 bar |
| Area perforada/superficie total | 10 % | 5 % |
| Capacidad de absorción de gas | 2 m ³ /m tubo | 0.2 m ³ /m tubo |
| Conecciones | Todas las conecciones deben ser soldadas | Se debe soldar en lugares no perforados |
| Distancias | Profundidad máxima: 15 m (en rellenos más profundos, se recomienda succionar el gas separadamente de diferentes niveles) Largo mínimo de tubo no perforado (capa superficial del cuerpo de basura): 3 m El fondo de la chimenea debe ser colocado a menos 2 m arriba de la capa de fondo del relleno. | Mínimo 6 - 8 m encima de la capa de fondo del relleno y 4 m abajo de la capa superficial (se considera el nivel de cierre del relleno). Los tubos perforados deben ser colocados en una distancia mínima de 25 m de los taludes. |
| Inclinación | - | A menos % 3 |
| Otros | Se debe poder medir la presión, la temperatura y la concentración del metano en cada chimenea. | La tubería debe atravesar el cuerpo de basura horizontalmente; eventuales conexiones verticales se deben construir afuera del cuerpo de basura. |

Con sistemas activos de drenaje, se puede evacuar un 40 - 45 % del gas de relleno. Es importante que la concentración del metano sobre la superficie del relleno no exceda 80 ppm.

4.4.3.2.4.2.3.- Incineración del Gas Después del Drenaje Activo

a.- Incineración con Antorcha

Si no se aprovecha el gas de relleno produciendo energía eléctrica, se puede incinerar el gas de relleno con antorchas. La incineración con antorcha es un método similar a la incineración controlada en la chimenea, que no aprovecha de la energía de la incineración para producir electricidad. Se comparan los dos métodos brevemente en el Cuadro 26:

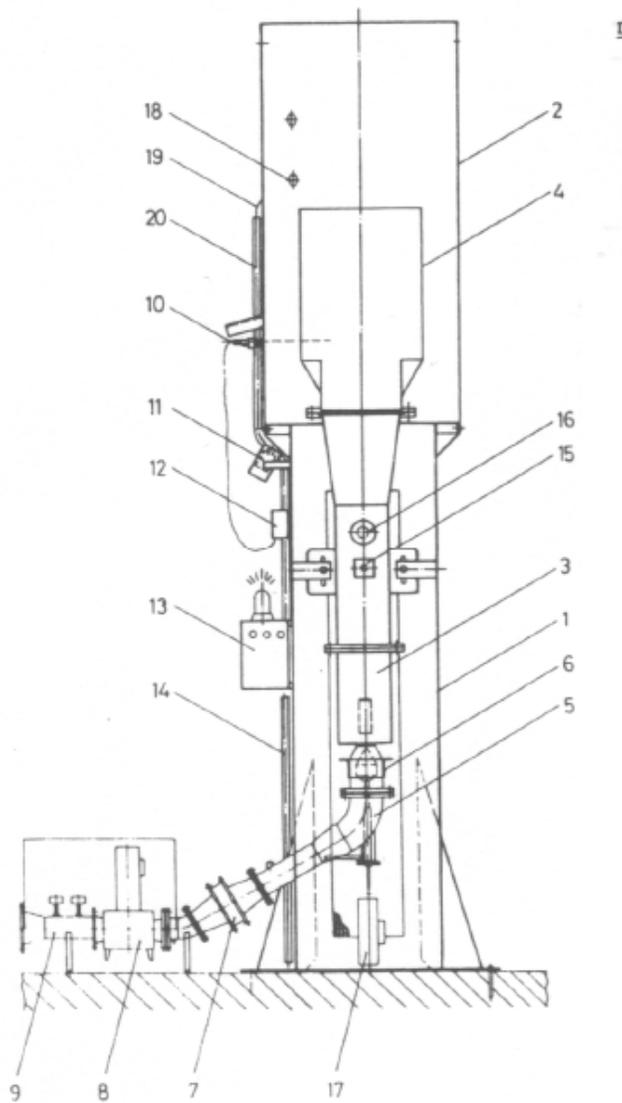
Cuadro 26: Comparación de la incineración en la chimenea y con antorcha

| Criterio | Incineración en la chimenea | Incineración con antorcha |
|-----------------------|---|---|
| Objetivo | Eliminación del gas metano y de los compuestos oloríficos | Eliminación del gas metano y de los compuestos oloríficos, controlando emisiones de contaminantes como NO _x , SO _x e hidrocarburos halogenados. |
| Punto de incineración | En cada chimenea | En una antorcha fuera del cuerpo de basura, a la cual se conduce todo el gas succionado del cuerpo de basura |
| Método de drenaje | Se puede realizar solamente con drenaje pasivo | Se puede realizar solamente con drenaje activo |
| Equipo necesario | Capuchones metálicos para cada chimenea | Soplador, tubería de conducción, separadores de gas, antorcha especial, equipo de medición y ajuste |
| Ventajas | <ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo de inversión y operación - No necesita personal calificado para la operación - Se puede utilizar en rellenos de cualquier tamaño - Se puede fabricar con materiales disponibles en cada relleno | <ul style="list-style-type: none"> - Mejor protección del medio ambiente - Eliminación de contaminantes como dioxinos |
| Desventajas | <ul style="list-style-type: none"> - No se eliminan dioxinos y otros productos laterales de la incineración - No hay la posibilidad de ajustar los parámetros de incineración - No hay la posibilidad de aprovechar la energía del gas metano | <ul style="list-style-type: none"> - Costo alto de inversión y operación - Se necesita personal calificado para operación y mantenimiento - Económicamente y técnicamente inadecuado en rellenos pequeños y medianos - Tecnología extranjera (problema con reparaciones y repuestos) - No hay la posibilidad de aprovechar la energía del gas metano |

Se ha desarrollado antorchas especiales donde se queman los gases de relleno con adición controlada de aire. Las **antorchas** para la incineración del gas de relleno **disponen de encendedores automáticos**, un sistema de control de la llama y de la temperatura, una **válvula automática para apagar** y un ajuste del flujo de aire. En las antorchas convencionales, el gas de relleno se quema con una temperatura de aproximadamente 1000 °C. Existen también **antorchas para incineración con alta temperatura**, que queman los gases con **1200 °C** y con las cuales se logra un **mejor control de la generación de dioxinas** durante el proceso de incineración. Los costos de inversión y de operación son más altos para las antorchas de alta temperatura.

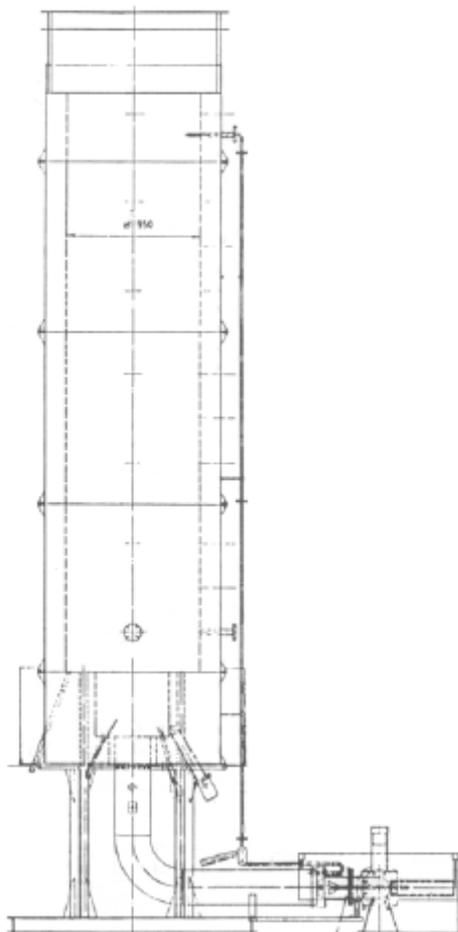
El Dibujo 31 presenta una antorcha convencional; el Dibujo 32 una antorcha de alta temperatura /25/.

Dibujo 31: Antorcha convencional



- | | | | |
|----|-------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Chasis | 11 | Protección contra rayos UV |
| 2 | Tapa para protección de llama | 12 | Transformador del encendedor |
| 3 | Tubo para mezclar | 13 | Pupitre de control |
| 4 | Tubo de incineración | 14 | Cables eléctricos |
| 5 | Tubo de inyección | 15 | Termóstato |
| 6 | Orificio de ajuste | 16 | Protección contra heladas |
| 7 | Seguridad contra llama | 17 | Arbol motor |
| 8 | Válvula de gas | 18 | Protección de calor |
| 9 | Tubo de gas | 19 | Línea de equilibrio |
| 10 | Electrodos del encendedor | 20 | Tubo protector |

Dibujo 32: Antorcha de alta temperatura



Las emisiones producidas con la incineración en antorchas se resumen en el Cuadro 27:

Cuadro 27: Emisiones generadas durante la incineración de los gases de relleno en antorchas /7/

| Parametro | Antorcha convencional | Antorcha de alta temperatura |
|---|-----------------------|------------------------------|
| Temperatura de la llama sobre el encendedor (°C) | 1030 - 1140 | 1000 - 1100 |
| Temperatura en la celda de incineración (°C) | 1030 - 1140 | 1295 - 1455 |
| Concentración de O ₂ en el gas emitido (%) | 12.2 - 17.0 | 7.2 - 14.2 |
| Emisiones de CO (mg/Nm ³) | 0 - 122 | no se puede registrar |
| Emisiones de TOC (mg/Nm ³) | 0 - 74 | no se puede registrar |
| Emisiones de NO (mg/Nm ³) | 0 - 76 | 52 - 92 |
| Emisiones de dioxinas (ng/Nm ³) | 0.011 - 0.045 | 0.011 - 0.033 |
| 2,3,7,8 TCDD (ng/Nm ³) | 0.011 - 0.045 | 0.011 - 0.033 |
| Total furan (ng/Nm ³) | 0.011 - 0.972 | 0.011 - 0.033 |
| 2,3,7,8 TCDF (ng/Nm ³) | 0.011 - 0.090 | 0.011 - 0.033 |

4.4.3.2.4.3.- Aprovechamiento de los Gases de Relleno

Hay que recalcar que el aprovechamiento de los gases de relleno solamente tiene sentido ecológico.

Económicamente no es rentable. Los precios de venta de la energía eléctrica que se obtiene de la incineración de los gases de relleno no son iguales a los costos del tratamiento previo que debe sufrir el gas de relleno.

Las siguientes tecnologías están disponibles para el aprovechamiento del gas de relleno:

- Producción de energía mediante incineración en un motor
- Hornos incineradores
- Turbinas de gas
- Enriquecer el metano e ingresarlo a un ducto de gas natural
- Uso como combustible

La más sencilla entre estas tecnologías es la **incineración mediante un motor**, para la cual no se necesita una infraestructura especial. La energía eléctrica se produce independientemente del consumidor y el motor se puede adaptar a la cantidad de gas que es variable. Tiene sentido utilizar esta tecnología en lugares donde existe una planta con alto consumo de energía cerca del relleno (por ejemplo: planta de reciclaje mecanizada que está integrada en el relleno sanitario). Se utilizan motores Otto para este trabajo, y se pueden lograr un rendimiento entre 28 y 30 %. Si se aprovecha también de la energía calorífica, el rendimiento aumenta hacia 50 %.

Si se incinera el gas de relleno en **hornos industriales** se puede lograr un rendimiento bastante alto de 80 - 90 % y se baja el consumo de otros combustibles. Se puede incinerar el gas de relleno en los hornos de fábricas de cemento o de ladrillos o para calentamiento en otras industrias. La incineración del gas de relleno tiene sentido si el relleno sanitario está ubicado muy cerca de la fabrica en cuestión.

Existen en Inglaterra y los EEUU algunas plantas donde se quema el gas de relleno **en turbinas de gas**. Esta aplicación puede tener sentido si se trata de una gran cantidad de gas de relleno (central con una capacidad > 1 MW) /7/.

El uso del gas de relleno **en redes de gas natural** está todavía en un estado experimental.

También es técnicamente posible incinerar el gas de relleno como combustible de vehículo, pero no es económico /7/.

4.4.3.3 Generación de Polvo

Para evitar molestias por dispersión de polvo en el camino de acceso al relleno sanitario, se recomienda asfaltar o al menos lastrar bien los caminos donde pasan los recolectores, lo que es también ventajoso considerando la extensión de la vida útil de estos.

El polvo que se produce en el relleno sanitario se puede dispersar hasta una distancia de 250 m.

Esta es también una razón para prohibir la construcción de habitaciones cerca del relleno. Se recomienda una distancia de al menos 300, y según las condiciones del terreno, hasta 1000 m.

Además de la producción de polvo, existe el problema de la dispersión de papel y plástico. Esta se impide parcialmente mediante la buena compactación y la cubierta diaria de la parte operativa del relleno sanitario.

Se recomienda también la arborización alrededor del relleno, lo que sirve también para reducir la contaminación de polvo. Si no es posible arborizar el relleno, se puede también construir un cerramiento de malla alrededor del terreno.

5.- Compostaje de Feedlots

INDICE DE TEMAS

1-ANTECEDENTES

2-OBJETIVOS

3-HIPOTESIS

4-RESOLUCION TECNICA

5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

6. EXPERIMENTOS DE COMPOSTAJE

7. ESTUDIO DE MERCADO

8. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA

1-ANTECEDENTES

La revalorización de los residuos agroindustriales y su adecuada reutilización posterior, cerrando el ciclo de los elementos, es un antiguo anhelo de las ciencias ambientales. El sector agrario nacional, utilizando tecnologías de última generación, orienta el mayor porcentaje del comercio agropecuario hacia la exportación de granos y a la generación de productos industrializados. Solamente en la Región Pampeana (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa) se producen 34.852 miles de ton. de cereales, de los cuales 16.012 son de maíz y 15.961,4 de trigo. Las oleaginosas, en la misma región, generan 27.221,2 miles de ton., de las cuales 23.957,9 son de soja y 2.782,5 de girasol (Fuente: Indec 2001).

Las exportaciones del Complejo Oleaginoso (soja, girasol y maní) generan \$ 5.025,7 miles de millones de dólares y los del Complejo Cerealero (maíz y trigo): \$ 2.299,2 (Fuente: Indec 2002, www.indec.gov.ar).

La industrialización de materias primas agropecuarias ha ido acompañando el crecimiento y desarrollo de la agricultura, pero desde sus comienzos los sectores participantes no *percibieron* la importancia del impacto ambiental negativo que se producía por causa de la generación de efluentes líquidos y de residuos sólidos sin tratamiento y disposición final adecuada. Esta situación, sumada al incipiente marco ambiental desarrollado a partir de la última década del siglo XX, nos fue conduciendo a la situación actual. La misma presenta un notable deterioro del medio ambiente y específicamente una situación de alto *riesgo ambiental* de nuestros cursos de agua (Banco Mundial. Report No. 20729-AR Argentina, Gestión de los Recursos Hídricos: Elementos de Política para su Desarrollo Sustentable en el Siglo XXI. VOLUMEN I - Informe Principal). Cualquier esfuerzo que se realice para *mitigar o atenuar* los efectos nocivos de este accionar, como ser la revalorización y/o reuso de residuos agroindustriales -que además coadyuve a reintegrar parte de los elementos extraídos a

los suelos en la producción agrícola, es un paso adelante hacia una gestión ambiental empresarial responsable y una acción amigable hacia el medio-ambiente.

La amplia variedad y diversidad de las agroindustrias existentes y todos los aspectos ambientales, legales y económicos involucrados requieren que en cada caso específico *el tratamiento* de residuos agroindustriales sea analizado en detalle, adecuando *la tecnología* a utilizar para que la misma se corresponda de forma tal de no causar mayores perjuicios al ambiente circundante y coadyuve además al uso y la conservación de la biodiversidad.

La selección del método de tratamiento depende de variados aspectos entre los cuales se pueden mencionar: confiabilidad de los resultados, tecnologías de fácil acceso que simulen los efectos de la naturaleza, bajos costos de aplicación y adecuación a las exigencias de la normativa ambiental.

-La agricultura

El desarrollo acelerado de la genética vegetal, acompañado por la producción de agroquímicos específicos, ha llevado a un incremento notable de los rendimientos en las cosechas de granos. Los cereales y oleaginosas, ampliamente sembradas en nuestro territorio agrícola, cumplen con su ciclo productivo y como consecuencia del mismo -en el desarrollo y crecimiento de la biomasa y los granos, extraen de los suelos importantes cantidades de macro y micro-nutrientes, perdiéndose en los mismos, y con el transcurso de los años, su fertilidad.

Las tecnologías (“paquete tecnológico”) que se aplican en agricultura (labranza mínima, labranza cero, etc.) -que incluyen la aplicación combinada de semillas de origen transgénico, fertilizantes y agroquímicos de última generación, pueden producir una rotura o quiebre del equilibrio en los ciclos de los elementos subyacentes en los suelos. Esto es debido a un elevado plafón genético que condiciona rendimientos muy superiores a los obtenidos en la agricultura convencional. Coadyuva a esta cuestión la coyuntura económica de corto y mediano plazo, que muestra una fuerte demanda con tendencia a la elevación internacional de los precios (commodities), específicamente de los cereales y oleaginosas (trigo, maíz y soja) ampliándose en consecuencia, la superficie de siembra de los mismos. Ésta tendencia se ve reflejada en la superficie sembrada que se ha ido incrementando en nuestro país con el correr de los años: soja, 5.303,8 millones de Has. en 1993 a 10.261,4 en 2001; maíz: 8.012 millones de Has. en 1993 a 10.042 en 2001; Trigo: de 2.434 en 1993 a 2.843,1 en 2001 (INDEC, <http://www.indec.gov.ar>).

En algunas zonas agrícolas de la Argentina existe una tendencia al monocultivo: o sea, hacia una situación de riesgo con deterioro del potencial productivo de esos suelos a causa de no realizar una adecuada rotación de cultivos con diferentes especies que recuperen y balanceen los ciclos de los elementos básicos para recuperar en parte la fertilidad original. Son ampliamente conocidas y difundidas las técnicas de rotación de cultivos basadas en la utilización alternada de leguminosas y cereales con la combinación de ambas Familias integrando praderas en ciclos bi o plurianuales.

-La ganadería

La ganadería vacuna es otra variable productiva que tradicionalmente se ha manejado en forma extensiva o semi- extensiva, según zonas y características de los suelos y de las explotaciones. En las zonas de la pampa húmeda, netamente agrícola, ha sido una actividad complementaria, pastoreándose los rastrojos de los cereales cosechados para engorde y utilizando los suelos de menor calidad (no aptos para la agricultura).

En la medida que los commodities (cereales y oleaginosas) tienden a obtener precios muy altos en los mercados, la actividad ganadera es desplazada por la agricultura. Así mismo se tratan de acortar rápidamente los ciclos de terminación de los novillos para disponerlos para la venta y faena. Esta situación ha llevado a la puesta en marcha de los engordes a corral (“feed-lot”) que si bien es una industria difundida en la Argentina, se potenció ante la creciente demanda de tierras libres para la agricultura (especialmente: oleaginosas de alto valor, como por ejemplo: soja) (**Fuente: Cámara Argentina de Engordadores de Hac. Vacuna-2003**).

-Los feed-lot (engorde a corral)

La existencia de los “feed-lot” genera gran cantidad de residuos orgánicos y líquidos (estiércoles y orines ricos en N) en su funcionamiento que es necesario eliminar o reutilizar. La eliminación de estos residuos está regida por la Normativa y las Resoluciones de la SPA de la Provincia de Buenos Aires y la Nación que regula esta actividad. Los residuos orgánicos (estiércoles y orines) y las consecuencias de su acumulación generan Impactos Ambientales (olores) y externalidades negativas que deben mitigarse y/o remediarse según corresponda. El tratamiento y la disposición final de estos residuos de origen orgánico es una problemática que debe analizarse privilegiando los métodos a aplicar con un criterio de sustentabilidad.

-Los procesos agroindustriales y los biosólidos

Por otra parte, los procesos agro-industriales caso a aplicar en este trabajo, generan una elevada cantidad de efluentes líquidos con barros orgánicos, que son considerados “residuos industriales”. Los líquidos utilizados en el proceso industrial son tratados en Plantas de Tratamiento de Efluentes.

El tratamiento de los efluentes es realizado a través de un “sistema biológico- aeróbico equilibrado”, que es definido como de “barros activados”. El proceso de tratamiento, luego de una serie de pasos sucesivos, culmina con la floculación (acelerada con el agregado de un polímero aniónico) y prensado posterior de barros biológicos de origen orgánico que son denominados “biosólidos” o simplemente barros.

Existen antecedentes de ensayos realizados (en escala reducida) a los efectos de tratar los biosólidos de las plantas de tratamientos de efluentes, con estiércoles de diferentes orígenes (EEA INTA San Pedro, Comunicado, Ing. Ullé/02) a los efectos de transformar los barros, mediante compostaje o con la aplicación de otras tecnologías de origen biológico, en un fertilizante orgánico valorizado.

De acuerdo a la legislación vigente, los barros son considerados “residuos industriales” y podrían transformarse en un fertilizante orgánico de alto valor nutricional

para cultivos intensivos listo para ser utilizado sin ninguna clase de peligro de contaminación de los suelos luego de un tratamiento adecuado. De esta manera, además, se estaría cerrando el ciclo de los elementos básicos, reintegrándose parte de la fertilidad extraída con una combinación del proceso agroindustrial en su fase final (los barros), tendiendo a hacerlo sustentable.

2-OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es estudiar *una alternativa* de transformación bio-sustentable del residuo agroindustrial (barros) resultante de los procesos de tratamiento de efluentes líquidos de la Industria cerealera para transformarlo en un abono u enmienda orgánica, incrementando su valorización agronómica con la mezcla de estiércol de *feed-lot*.

Los objetivos específicos:

-Cualificar y cuantificar la eficiencia del proceso de compostaje con las mezclas de residuos industriales (barros) y estiércoles.

-Estudiar el Marco Legal Ambiental de forma tal de realizar el proceso de bio-revalorización seleccionado a escala industrial.

3-HIPOTESIS

Para el desarrollo de esta investigación se presentan varias hipótesis. La **hipótesis general** es la siguiente:

“Los barros (biosólidos) de origen orgánico (considerados residuos industriales) provenientes de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de las agroindustrias, cuando son mezclados con residuos orgánicos sólidos de origen animal (estiércoles) - en un proceso biológico-controlado, producen como resultante un abono u enmienda de alto valor agronómico. Este proceso es sustentable, y no se afecta en ninguna de sus formas el medioambiente. De esta forma los barros, que eran originalmente un “residuo industrial” se transforman y reintegran nuevamente al ciclo natural de la materia, sin producir ningún tipo de contaminación”.

Otras hipótesis:

- *El sistema de tratamiento de efluentes debería permitir la obtención de un residuo (biosólidos) de calidad apropiada para su posterior reutilización.*
- **La relación C/N (Carbono/Nitrógeno) influye significativamente sobre la eficiencia del proceso de compostaje y en la calidad del compuesto final: compost**
- **La eficiencia del proceso depende del control de las variaciones de temperatura y de la regulación de humedad en los diferentes períodos (termofílicos y mesofílicos).**

- **Los niveles de Oxígeno** en la mezcla de componentes influyen significativamente en el proceso de compostaje (aerobiosis) y de ello depende la calidad final del compost.
- **Los tiempos** del proceso dependen de los parámetros citados precedentemente.
- **El compostaje es una bioactividad** de reutilización o reciclado de residuos agroindustriales que está enmarcada en la Normativa Ambiental.

4-RESOLUCION TECNICA

Alternativas analizadas y disposición final

El tratamiento de efluentes de origen orgánico a través de un sistema de barros activados genera una clase de biosólidos que tienen una composición química normalmente estable, dependiendo del funcionamiento adecuado y estabilizado de los procesos industriales de la planta industrial. Este hecho ha sido corroborado según los resultados de los análisis físico-químicos que se han efectuado hasta la fecha en la planta en estudio (**Fuente: Informe Técnico Corporación ABS y UTN Avellaneda**).

La problemática más importante que se presenta en estos sistemas es la *disposición final de los barros*. Las limitaciones para la disposición final son cada vez más importantes y los rellenos sanitarios de materias orgánicas están condenados a una desaparición a muy corto plazo (**Cierre en 2003 de CEAMSE V. Dominicó**). Además, la valorización o revalorización agrícola de biosólidos está generalmente sometida a las presiones locales del medio (por los fuerte olores, por la acción negativa de los lixiviados sobre las napas) y porque las normativas son cada vez más complejas limitando el período de aplicación (mayor capacidad de almacenaje en planta) y la obligación de establecer un proyecto o plan de aplicación que integre un programa de gestión ambiental empresaria (**Normas: BS 7750, ISO 14.000 y SGA**). Al respecto, se debe señalar que muestras de biosólidos enviadas a analizar no excedieron los límites permisibles de humedad y pH de acuerdo a los parámetros fijados por el CEAMSE, para su disposición final en rellenos sanitarios.

- La incineración de los residuos

Una de las variables que oportunamente fue analizada es *la incineración*. El porcentaje de humedad muy alto en los barros resultó una limitante en función de los costos, si no se hace un secado previo artificial. Existe otra importante limitación para esta alternativa cual es la problemática ambiental de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Así mismo hay un incremento de los costos de instalaciones y de gastos operativos anexos a la planta de tratamiento.

-La co-incineración conjunta y con otros residuos y/o *reducción con alguna utilidad semi-industrial* (fabricación de ladrillos, por ejemplo).

Con referencia a esta última variable se concretó oportunamente una experiencia que no llegó a producir los resultados esperados. Se realizaron mezclas de barros con arcillas y luego del proceso de corte se hornearon los ladrillos. El resultado no fue

positivo ya que los ladrillos presentaron características físicas anormales, con puntos determinados de cristalizado y fraguado desperejo

-Los lombricompostos

La utilización de barros floculados y prensados para su utilización en la formación de lombri-compuestos es una variable de revalorización sustentable del residuo industrial que se presenta con buenas perspectivas de aplicación y acorde a los ensayos preliminares que se han realizado reuniría parcialmente las condiciones requeridas: eliminación del residuo orgánico con aprovechamiento comercial del producto final (humus), o sea una solución económica y ambientalmente sustentable.

En el caso específico de las mezclas, con distintas proporciones de estiércol de feed-lot vacuno con biosólidos, los resultados preliminares han sido auspiciosos (Inf. INTA San Pedro- Ing. M. Ullé /Oct./02), pero no se ha generado información primaria (de origen experimental) que garantice su utilización sin riesgos ambientales (contaminación de suelos y aguas subterráneas) de este sistema de reutilización agronómica de biosólidos.

Uno de los inconvenientes que presenta esta alternativa es que a consecuencia de la generación diaria de altos volúmenes de barros y estiércoles es complicada la industrialización focalizada en un único sitio de tratamiento. De todas maneras, no es descartable su estudio cuando se cuente con la información básica complementaria y necesaria para su implementación dentro del marco legal correspondiente.

Acorde a lo expuesto a priori, el “compostaje industrial controlado” sería el proceso que reúne las condiciones de bio- sustentabilidad, practicidad, gestión y economía, planteadas en la hipótesis para lograr los objetivos, son por ello que sobre esta alternativa se realizará la orientación de esta investigación.

-El compostaje

El compostaje constituye un proceso espontáneo que ocurre en la naturaleza, tal como sucede en la descomposición de los residuos orgánicos y en la maduración del estiércol, obteniéndose como producto final, luego de varias semanas, un “compost” estabilizado con una proporción variable de **humus estable** (producto resultante de la transformación de los residuos orgánicos que se produce a través de un proceso complejo denominado humificación, el cual enriquece la relación C/N). Este procedimiento es realizado por medio de ciertos microorganismos, esencialmente actinomicetes y hongos presentes en los residuos orgánicos que liberan dióxido de carbono. En nuestro caso, al agregarse los barros de la planta de tratamiento de efluentes que contienen mayor cantidad de microorganismos especializados en la degradación de la materia orgánica, se lograría acelerar en forma significativa el proceso de compostaje. Las variables que influyen sobre la eficiencia del proceso de compostaje son: la relación C/N, la humedad, la aireación, la temperatura, el pH, composición bioquímica y textura (**Gerard Kiely, Ingeniería Ambiental, Capítulo 14**).

El “compost”, desde el punto de vista de la edafología, es un mejorador de las propiedades físicas de los suelos: estructura, drenaje, aireación y capacidad de retención de agua y nutrientes. Es muy útil para la recuperación de suelos degradados u erosionados y aquellas superficies deterioradas aún sin utilización agrícola. La mayoría de los residuos ligno-celulósicos de los vegetales son degradados en forma

continúa por microorganismos de diferentes comunidades en procesos que ocurren lentamente en la naturaleza, de manera heterogénea y que pueden atribuirse al compostaje. En esta acción se descomponen los residuos sólidos orgánicos en un proceso biooxidativo con tendencia aeróbica, para transformarse en dióxido de carbono, agua, materia orgánica estabilizada y minerales. Se produce normalmente una considerable reducción de volumen y peso de los residuos, que oscila entre el 20 y 50% de sus valores originales.

En el **compostaje industrial** los procesos biológicos son controlados y acelerados. La materia orgánica se mineraliza parcialmente con la producción de agua, dióxido de carbono, sales minerales y energía, provocándose en primer término y en forma parcial, un proceso bioquímico muy complejo denominado "humectación". Las moléculas biodegradables son mineralizadas y la larga cadena de ligno-celulósicos sufre este proceso. Esta fracción secundaria es muy importante para la utilización del producto final del *compost* como enmienda agrícola.

El valor agronómico del compost es directamente proporcional a su contenido de M.O. (Materia Orgánica), a la presencia de humus y al nivel de humectación (Seminario AIDIS, 06/2000, De Bertoldi-Schnappinger).

5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Es el indicado en el capítulo 3 de este proyecto.

6- EXPERIMENTOS DE COMPOSTAJE

Se llevaron a cabo experimentos de compostaje a escala industrial. Los mismos consistieron en pruebas con diferentes mezclas de residuos agroindustriales (barros y estiércoles) bajo distintas condiciones de temperatura, aireación, humedad, etc.

Los resultados, (que no tienen valor científico) solamente fueron utilizados para corroborar la posibilidad de certeza de la selección de variables, realizándose observaciones morfológicas y prácticas que ayudarán a la evaluación de los macro-ensayos.

Al finalizar el bioproceso se analizaron los *compost* y el humus formado a fin de determinar su valor agronómico. Para ello se determinó su composición química final y la presencia de sustancias y elementos contaminantes (sin sobrepasar los máximos establecidos en el marco legal).

La calidad final **del *compost* se determina de acuerdo a los parámetros físico-químicos conductividad, temperatura, contenido de materia orgánica y relación C/N.** (Normas ASTM 4994, AS4454/99 Australian Standard Compost, NF-



U44-095 y AFNOR 2002, NCh2880.c2003). **La fracción húmica se puede separar y medir sencillamente, utilizando hidróxido de sodio 0,1 M y separando la parte insoluble (humina) de la soluble, la cual es llevada a pH 4,8 obteniéndose ácido fúlvico y humus insoluble (X.Domenech Química del Suelo-Cap-II).**

Los ensayos a escala industrial (sistema de compostaje abierto -**De Bertoldi, 2001-AIDIS y Gerard Kielly, Ingeniería Ambiental, Mc Graw-Hill**), siguen un diseño experimental tipo **Plackett-Burman**, el cual permite evaluar, con significación estadística, el peso de las variables: relación C/N, humedad, temperatura, aireación y pH sobre la eficiencia del proceso de compostaje.

Se construyeron 12 montones o pilas sobre el terreno de 4,00 m por 4,00 m de ancho x 1,50 m de altura (radio), con sección semicircular y con un volumen total de: 14,12 m³/pila de biomasa compostable que se distribuyen el terreno. Las pilas están separadas entre sí 6,00 m para poder llevar a cabo las operaciones que requieren el aireado (cuando sea necesario, trabajando con una pala cargadora de ½ m³ -en ambos lados de la hilera) y el riego, cuando se necesite regular la temperatura y la humedad.

Las “pilas o montones” de material a compostar se cubren con polietileno cuando corresponde según el diseño del ensayo.

Las proporciones de barros y de estiércoles (niveles en el diseño experimental de Plackett-Burman) se determinaron acorde a las siguientes pautas teóricas:

- a) Mantener una proporción C/N adecuada en el comienzo aproximadamente de 30 (las bacterias necesitan nitrógeno para su metabolismo) (**De Bertoldi et al, 2001**)
- b) Establecer mezclas con variaciones de % de estiércol, en cada pila o montón acorde a la relación C/N adecuada.

Las variables que se testearán en este trabajo son:

1. -Relación C/N de los materiales componentes del proceso
2. -Temperatura en las distintas etapas de las bio-reacciones
3. -Aireación, para que el proceso sea controlado y predominantemente aeróbico
4. -Humedad. Como regulador de la °T y manifestación positiva del proceso
5. -pH, manteniéndolo entre los niveles 4 y 7

Experimentos.

1. Agregar agua para bajar T° a 20°C, tapar para mantener aireación baja y humedad alta.
2. Tapar para evitar aireación, agregar agua para humedad, mezclar con tosca para lograr pH = 7.
3. Airear, no regar, agregar tosca.
4. Tapar, T° alta, rotar para airear, sin riego, mezclar con tosca.
5. Tapar con cobertura.

6. Regar para bajar T°, rotar para aireación alta.
7. Tapar con cobertura y rotar para airear.
8. Tapar con cobertura, regar y mezclar con tosca para subir pH.
9. Tapar con cobertura, rotar para airear, regar para bajar T°.
10. Rotar para aireación alta, mezclar con tosca para subir pH.
11. Rotar para aireación alta, regar, mezclas con tosca.
12. Tapar con cobertura.

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUIMIOMÉTRICOS A CONTROLAR EN EL TRANCURSO DEL EXPERIMENTO

| <i>Parámetros</i> | <i>Frecuencia de la medición</i> |
|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Temperatura °C</i> | <i>Diaria</i> |
| <i>TOC</i> | <i>Cada 15 días</i> |
| <i>Conductividad</i> | <i>1 por semana</i> |
| <i>pH</i> | <i>1 semana</i> |
| <i>Relación C/N</i> | <i>Cada 15 días</i> |

ANÁLISIS A REALIZAR S/RES./97 SAYDS- (PROTOCOLIZADOS)

- 1) Análisis químico de barros, según Protocolo de utilización agronómica y de los barros ingresantes al proceso de compostaje.
- 2) Análisis de calidad del producto final(compost) según norma de Chile NCh2880.c2003

OPERACIONES PREVIAS Y POSTERIORES AL MEZCLADO DE COMPONENTES (Estiércol y barros)

- A) Realizar el volcado de barros en la Playa de recibo y dejar “orear” 1-2 días
- B) Mezclar y realizar el armado de las hileras muestras
- C) Airear cuando corresponda, según indiquen las mediciones de T°
- D) Regado con agua y/o cultivo bacteriano según corresponda acorde a las mediciones de T° y humedad (agua)

7- ESTUDIO DE MERCADO

INDICE

Conclusión

I Resumen:

- I.a- Objetivos
- I.b- Síntesis principales
 - 1- Informalidad del mercado.
 - 2- Competencia
 - 3- Precios

- 4-Intención de compra
- 5-Requerimientos.
- 6-Frecuencia de compra.

II Comentarios sobre la muestra:

- II.a- Introducción.
- II.b-Metodología
- II.c-Población Objetivo
- II.d-Fecha del campo

III Análisis de la información:

- III.a- La muestra
- III.b- Productos actualmente empleados para mejoramiento del suelo
- III.c-Forma de aplicación de los productos mejorados del suelo.
- III.d-Proveedores
- III.e-Unidades de medida para la compra de los productos mejoradores del suelo.
- III.f-Frecuencia de compra de productos mejorados del suelo
- III.g-Forma de entrega.
- III.h-Volumen y precio.

- III.i Similitud de la enmienda orgánica propuesta con los empleados habitualmente

- III.j Beneficios percibidos

- III.k Intención de compra

- III.l Inconvenientes / objeciones para el uso de la enmienda propuesta

- III.m Requisitos para su incorporación

CONCLUSION

**“El sustrato correcto puede costarle solo unos centavos más.
El sustrato incorrecto puede costarle su existencia”**

Este slogan de un fabricante de sustratos profesionales aparecido en la tapa de la revista “Viveros” del mes de Octubre/Noviembre de 2005 resume el sentir de los viveristas que hemos entrevistado.

Es decir, los sustratos no solamente se incorporan por precio sino que existe una gran sensibilidad respecto al rendimiento.

Tanto en San Pedro como en Escobar existen unos 150 viveros importantes, 300 en total, de los cuales un 40% son un mercado potencial viable para sustratos que

cumplan con el requisito de tener una calidad constante, un precio razonable y que permitan previamente hacer pruebas para medir efectividad.

Actualmente todos los entrevistados utilizan algún tipo de enmienda orgánica que ellos mismos mezclan. La incorporación de un nuevo sustrato debería significar una ventaja no solo monetaria sino de mayor rendimiento en el producto final y de ahorro de operaciones para lograr las mezclas apropiadas.

I – RESUMEN

I a. OBJETIVOS

El Estudio de Mercado tuvo por objetivo general determinar la existencia de un mercado potencial para la enmienda orgánica propuesta que permitiese determinar la factibilidad comercial y económica del proyecto. En este marco, planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Conocer qué productos se utilizan en la actualidad.
- Conocer forma de aplicación de dichos productos y costo por m², hectárea, etc.
- Detectar lugares de acopio/compra. Modalidad de compra y entrega.
- Conocer las razones de uso de los productos actuales.
- Verificar conocimiento espontáneo y guiado de otros productos de similar aplicación.
- Definir el grado de atracción-rechazo de la enmienda orgánica propuesta.
- Detectar beneficios e inconvenientes percibidos de la enmienda orgánica a ofrecer respecto de los productos actualmente empleados.
- Indagar sobre intención de compra.
- Explorar niveles de precios.
- Detectar el grado de aceptación según mezcla comercial de precio/entrega.

I.b. SINTESIS DE PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los principales resultados obtenidos fueron:

1. Informalidad del mercado

El primer punto a marcar es que se trata de un mercado mayoritariamente informal y ocasional¹ donde la oferta se encuentra muy atomizada y las compras-ventas se realizan dentro en un marco irregular según acuerdo entre partes. No se suele contar con un distribuidor habitual, sino que los productores reciben ofertas por teléfono, personales o bien se informan por Internet y muchas veces compran ofertas por precio (“me ofrecieron un camión de cáscara de arroz y como era buen precio aunque no lo necesitaba lo compré para tener...”). Este mercado presenta resistencia a brindar datos precisos lo cual dificulta realizar estimaciones.

2. Competencia

Más allá de que existen enmiendas y tierra negra como productos alternativos, la mayoría de los viveros prepara su propia enmienda (con varias sustancias orgánicas) en función de necesidades específicas con lo cual no ven a la enmienda orgánica propuesta como una solución completa, considerándola más cercana a un sustituto de la tierra negra que a enmiendas orgánicas. Incluso los establecimientos grandes, venden las enmiendas que elaboran en bolsas a sus respectivos clientes. No obstante esto, reconocen que la enmienda orgánica propuesta podría ahorrarles pasos en sus preparados.

Con base en lo anterior, surge del estudio que existen varios proveedores de sustratos orgánicos pero no así de tierra negra. Los encuestados insistieron sobre su preocupación por la escasez de esta última que, en el corto plazo, ven que deberá ser reemplazada. Esto está determinado, en gran parte, por la prohibición impuesta en varios municipios respecto de la extracción de tierra negra.²

3. Precios

Aunque la dispersión de precios es bastante grande y con cierta resistencia por parte de los entrevistados a brindar datos precisos, en los establecimientos visitados, los precios de los productos que compiten con la enmienda orgánica propuesta son:

¹ Mercado de la tierra negra, sustratos y enmiendas orgánicas.

² En las entrevistas se mencionó que actualmente, en San Pedro, están trayendo tierra negra de otros lugares como ser Mercedes, San Antonio de Areco y Moreno.

| Producto | Precio | Observaciones |
|---|------------------------|--|
| Tierra negra | \$30/m ³ | Tierra negra en camión (un “equipo” de aproximadamente 30 m ³). |
| Resaca | \$67/m ³ | \$3/bolsa 50kg. |
| Pino | \$33,5/m ³ | |
| Humus de lombriz | \$160/m ³ | |
| Nitrofoska (en bolsa) | \$100/50kg. | |
| Urea (en bolsa) | \$65/m ³ | |
| Sustrato compuesto por: tierra negra, resaca, perlita y bosta de vaca de feed-lot | \$80/m ³ | Consulta hecha a un productor de enmiendas orgánicas y sustratos que distribuye a varios puntos del país (BERTINOT, de Bella Vista, provincia de Bs. As.). La venta mínima es de un equipo de 30m ³ . |
| Sustrato orgánico (pesado) compuesto por: 60% de tierra y 40% de mantilla de pino, resaca y corteza, que tiene un pH aproximado de 5,5 a 6,0. | \$60-65/m ³ | |
| Sustrato orgánico (liviano) compuesto por: que tiene 40% de tierra y 60% de materias orgánica, | \$75-80/m ³ | |
| Cama de pollo | | Los entrevistados no especificaron precio sino que informaron que este producto les cuesta el precio del gasoil para ir a buscarlo y la mano de obra para barrer los galpones. |
| Resaca del Río Zárate | | Las personas encuestadas comentaron que una alternativa es ir a buscar este producto pero en este caso existe riesgo por contagio de bacterias. |
| Cáscara de árboles | | Los encuestados indicaron que tienen la posibilidad de contar con este producto sin cargo de Papel Prensa pero tienen que ir a retirarlo. |

Nota: en todos los casos los precios indicados en el cuadro no incluyen IVA ni flete.

4. Intención de compra

Si bien de las respuestas obtenidas, el 40% indica que considera beneficioso al producto, no arriesgan una opinión final sobre intención de compra antes de hacer pruebas. Creen que el producto puede mejorar la tierra siendo más apropiada para cultivos a cielo abierto que para macetas porque consideran que para estas últimas la temperatura o el Ph podrían quemar las raíces.

5. Requerimientos

Para la incorporación de una enmienda orgánica del tipo propuesto para cultivos a cielo abierto, los encuestados solicitaron:

- Demostración de que la enmienda orgánica no daña los cultivos con pruebas en cultivos testigos durante un período aproximado de 3 meses. Esto se debe, en gran parte, a que 9 meses antes del presente estudio, en San Pedro, se utilizaron varias partidas de estiércol de feed-lots que resultaron dañinas, con pérdida total de cosecha de plantas tanto en macetas como en canteros. Por este motivo muchos viveristas son reacios a usar ese material a menos que se demuestre que la enmienda orgánica tiene un período largo de estacionamiento.

- Contar con garantía de calidad pareja en distintas partidas, libre de bacterias que contaminen las plantas. En este sentido, ven como beneficioso contar con aval del INTA.
- Posibilidad de ajuste del nivel de PH según necesidades de cada tipo de plantación. Por ejemplo, en Escobar, donde hay gran cantidad de floricultores con invernáculos, mencionan que el PH para sus cultivos debe ser menor que 6 y que en general ellos no utilizan tierra sino otros sustratos orgánicos (resaca). En San Pedro algunos viveristas no objetan el PH de 7.72 ya que algunos cultivos (rosas, jazmines, arándanos) requieren un PH superior a este valor. En otros casos (Vivero El Pampero, San Pedro) les parece un valor un poco alto porque se le suma que el agua de la zona también tiene un PH alto. No obstante lo dicho, los entrevistados mencionaron que el PH es manejable ya que se lo puede rebajar con turba o pino si el costo es adecuado.

6. Frecuencia de compra

La frecuencia de compra de tierra negra enriquecida es muy variable, ya que va desde un camión una vez al año hasta varios camiones por semana. Todo depende de la extensión del establecimiento. Más allá de esto, la mayoría comienza a utilizar tierra negra en el mes de agosto y sigue hasta el mes de diciembre, marcando de esta forma una fuerte estacionalidad. Para aquellos establecimientos que se dedican a cítricos se requiere también colocar tierra negra enriquecida en el mes de marzo.

Para el resto del año la cantidad demandada disminuye abruptamente aunque no pudieron precisar cantidades. Para el caso de la enmienda orgánica la estacionalidad rige aunque las cantidades no las precisaron, en gran parte por lo comentado en el primer punto respecto a la modalidad de compra de la misma que presenta un carácter más bien oportunista sumado al hecho de que en general los propios productores se encargan de ir armando su propia enmienda en función de los requerimientos.

II - COMENTARIOS SOBRE LA MUESTRA

II.a. INTRODUCCIÓN

La muestra relevada comprendió 30 entrevistas a viveristas, pequeños frutihorticultores (chacareros) y desarrolladores de emprendimientos inmobiliarios en la zona de Baradero, San Pedro y Ramallo. No obstante, se encontró en las bases de datos consultadas que los principales establecimientos de cultivos intensivos se encuentran en Escobar y San Pedro, y que los emprendimientos inmobiliarios de la zona recurren a

viveristas de esas localidades para proveerse de todo tipo de materiales. Por lo tanto, las entrevistas se distribuyeron de la siguiente forma:

| TIPO DE CULTIVO | ESCOBAR | SAN PEDRO | TOTAL |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| AROMATICAS | 1 | | 1 |
| FLORES | 2 | 2 | 4 |
| FRUTALES | | 1 | 1 |
| MIXTO | 1 | 3 | 4 |
| VIVEROS | 8 | 10 | 18 |
| DISTRIBUIDOR SEMILLAS | 1 | | 1 |
| INTA SAN PEDRO | | 1 | 1 |
| Total entrevistas | 13 | 17 | 30 |

Nota: en el ANEXO I se detallan los establecimientos y las personas entrevistadas por rubro. En el ANEXO II se acompañan las bases de datos de cada localidad.

II.b METODOLOGIA

Se realizaron 30 entrevistas en profundidad mediante cuestionario estructurado con preguntas abiertas y cerradas. Estudio de tipo exploratorio. Muestra no probabilística en cuotas (en el ANEXO III se incluye copia de formulario utilizado).

II.c POBLACION OBJETIVO

La población objetivo se compuso por personas a cargo de establecimientos rurales de cultivos intensivos de las localidades de Escobar y San Pedro, según entrevistas concertadas previamente por teléfono; un distribuidor de productos rurales importante de la zona y un informante clave (profesional en suelos) de la zona.

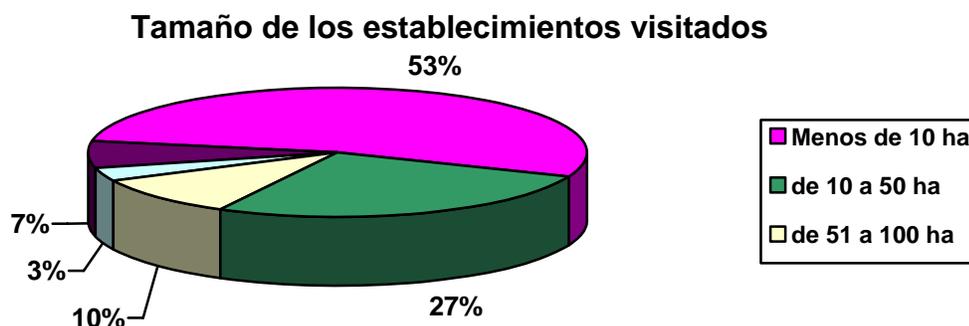
II.d FECHA DEL CAMPO

Octubre de 2005.

III - ANALISIS DE LA INFORMACION

III.a LA MUESTRA

Los establecimientos visitados fueron clasificados según las hectáreas que ocupan. Según este indicador, tenemos la siguiente distribución:



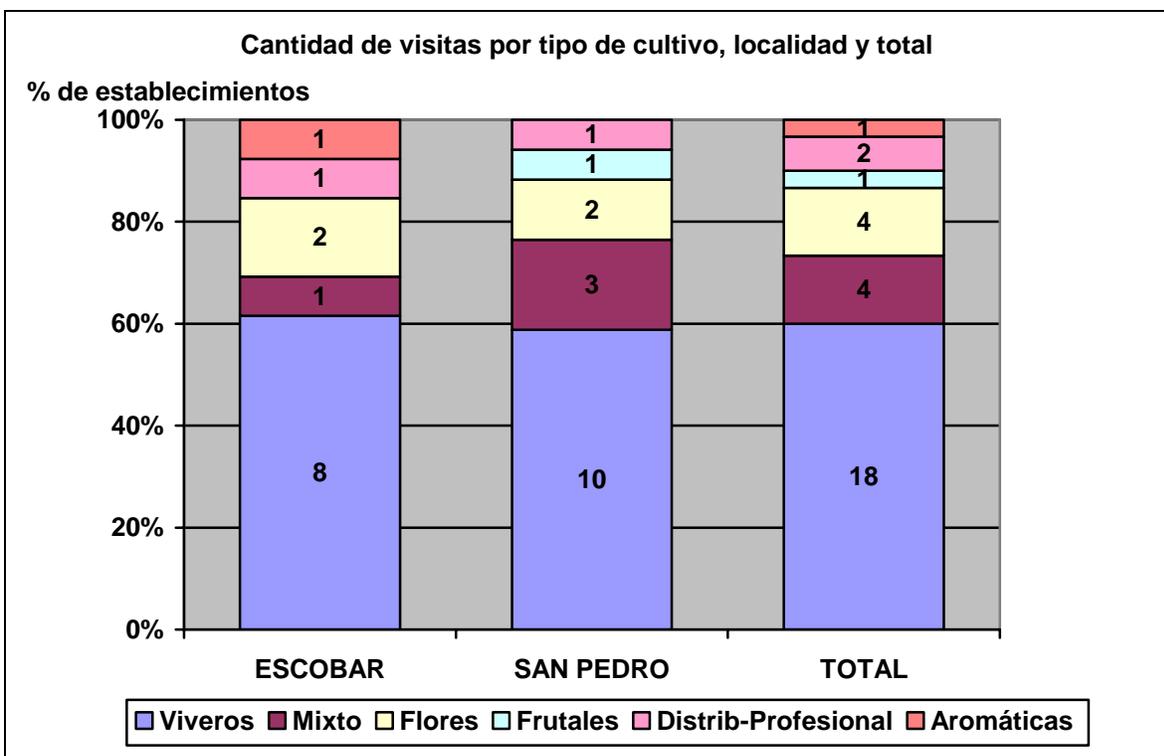
Es decir, más del 50% de los establecimientos relevados tienen un tamaño inferior a las 10 ha, lo cual permitió tomar contacto directamente con los dueños de los establecimientos quienes tienen a cargo la toma de decisiones.

En relación al tipo de cultivo, hemos comprobado que salvo aquellos casos en que existe una especialización (plantas aromáticas), la mayoría de las plantaciones se ocupan de especies variadas, tanto de plantas ornamentales como de frutas o árboles para bosques.

Teniendo en cuenta que los viveristas mayoritariamente dividen su producción en plantines, plantas con terrón y maceta, hemos observado que es difícil clasificarlos por tipo de plantaciones aunque advertimos que, en general, se mezclan las gramíneas, coníferas, frutales, rosales, arbustos cítricos, plantas de interior y exterior. Si bien hay algunas excepciones (quienes tienen especialización en helechos, orquídeas, palmeras o frutas de carozo) lo cierto es que la mayoría se ocupa de una gran variedad de plantas. Hay predominio de establecimientos florales en Escobar y de frutales en San Pedro, pero en general son mixtos.

Teniendo en cuenta lo antes dicho, la distribución de visitas realizadas por tipo de cultivos y localidad es la siguiente:

| | ESTABLECIMIENTO | TIPO DE CULTIVO | LOCALIDAD |
|----|------------------------|------------------------|------------------|
| 1 | Aromáticas Adriana | AROMATICAS | Escobar |
| 2 | Oscar Ángel Curzi | FLORES | Escobar |
| 3 | Vivero Express | FLORES | Escobar |
| 4 | El Liberal | FLORES | San Pedro |
| 5 | San José | FLORES | San Pedro |
| 6 | La milagrosa | FRUTAS | San Pedro |
| 7 | Vivero la Esperanza | MIXTO TOTAL | Escobar |
| 8 | Santa Isabel | MIXTO TOTAL | San Pedro |
| 9 | Santa Rosa | MIXTO TOTAL | San Pedro |
| 10 | San Roque | MIXTO TOTAL | San Pedro |
| 11 | D'Alloro | VIVERO | Escobar |
| 12 | Rauscher | VIVERO | Escobar |
| 13 | Las calas | VIVERO | Escobar |
| 14 | Hisaki | VIVERO | Escobar |
| 15 | Sawatani | VIVERO | Escobar |
| 16 | El Ceibo | VIVERO | Escobar |
| 17 | Hirose | VIVERO | Escobar |
| 18 | Cultivos Enrique | VIVERO | Escobar |
| 19 | El Ceibo San Pedro | VIVERO | San Pedro |
| 20 | El Amanecer | VIVERO | San Pedro |
| 21 | Sin Apuro | VIVERO | San Pedro |
| 22 | San Andrés | VIVERO | San Pedro |
| 23 | El pampero Srl | VIVERO | San Pedro |
| 24 | Francisco Caironi | VIVERO | San Pedro |
| 25 | Colom | VIVERO | San Pedro |
| 26 | El San Pedrino | VIVERO | San Pedro |
| 27 | La Lidia | VIVERO | San Pedro |
| 28 | Sin Mar | VIVERO | San Pedro |
| 29 | Semillas Escobar | DISTRIBUIDOR | Escobar |
| 30 | Ingeniero Agrónomo | INTA | San Pedro |

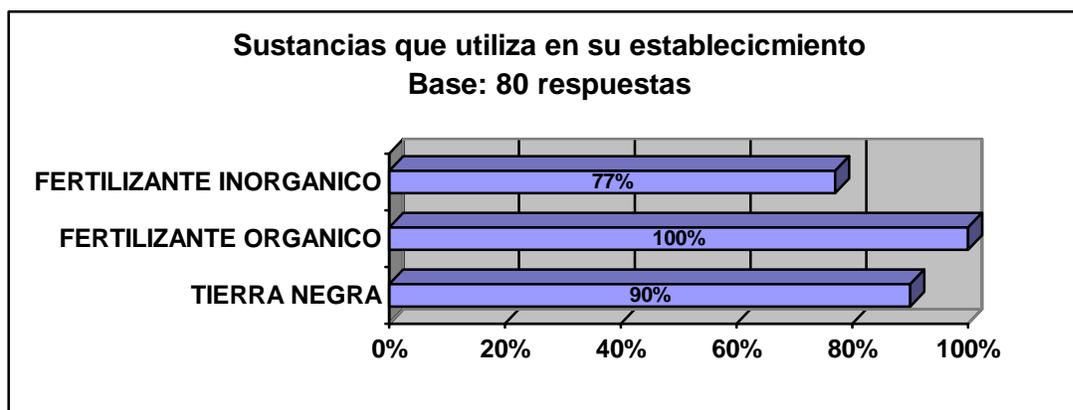


Los cuatro establecimientos “mixtos” de la muestra corresponden a empresas más organizadas que el resto, con sistemas de distribución comercial nacional (abastecen a supermercados de todo el país y a municipios o desarrolladores). Los viveros (18) también presentan cultivos mixtos por cuanto ofrecen tanto plantines como rosales en terrón o cítricos y ornamentales pero en general son más pequeños aunque la organización que se observa es alta: se comunican por Internet con los centros y cámaras, están al día en lo que se refiere a maquinarias, sustratos y procedimientos.

Un aspecto a destacar es que el INTA de la zona ofrece constantemente información, servicios y capacitación. Además, existe una buena comunicación entre productores - quizás producto de la inseguridad rural - que hace que la información boca-a-boca resulte muy efectiva. Esta comunicación es la que hizo alertar a varios viveristas de San Pedro sobre los inconvenientes de utilizar estiércol de ganado de Feed-Lots. Algunos de ellos realizaron, hace unos 9 meses atrás, compras de este material para utilizar como abono después de procesarlo como es habitual (mezclado con tierra, resaca y otros componentes) y se perdieron varias cosechas de rosales y plantines varios porque se pudrieron las raíces. Por eso consideran peligrosa la utilización del material proveniente de los Feed-lots, ya que creen que debido al tipo de alimentación que reciben los animales, la orina tiene exceso de urea o algún componente que levanta mucha temperatura. De aquí, en parte, surge el pedido de contar con pruebas que demuestren no solo los efectos beneficiosos del producto sino también el que no dañe la producción. Comercialmente, esto determina que deberá realizarse un esfuerzo para demostrar los beneficios de la enmienda orgánica propuesta.

III.b PRODUCTOS ACTUALMENTE EMPLEADOS PARA MEJORAMIENTO DEL SUELO

Sobre 80 respuestas (2,7 menciones por entrevistado) el 100% de las menciones es para fertilizante orgánico, 90% para tierra negra y 77% para fertilizantes inorgánicos.



Las sustancias mencionadas, según tipo, son las siguientes:

1. Sustancias orgánicas / compuestos (compost) de varias sustancias:

- Compuesto orgánico preparado por el viverista.
- Compuesto ya preparado en bolsas.
- Humus de lombriz, de conejo, de pollo.
- Mezclas de varios elementos con PH – acidez especial (los arándanos necesitan PH alto).
- Estiércol de vaca, caballo, / guano de pollo, gallina.
- Cama de caballo: es estiércol mezclado con aserrín y orina.
- Turba –Turba del monte - Resaca de río – Hojas – Resaca de palo sin PH.
- Cáscara de arroz.
- Corteza de árbol (La fábrica de papel Celulosa provee gratis la corteza).
- Aserrín de madera blanca.
- Hojas de pino, chips (hojas de pino molidas), pinocha de casuarina de Entre Ríos.
- Tierra negra que se obtiene de Mercedes, San Andrés de Giles y otras localidades cercanas porque en San Pedro ya no queda tierra para extraer.³

2. Sustancias inorgánicas

- Perlitas.
- Fertilizantes por riego (base química).

³ Hay restricciones en varios municipios para obtener la tierra negra.

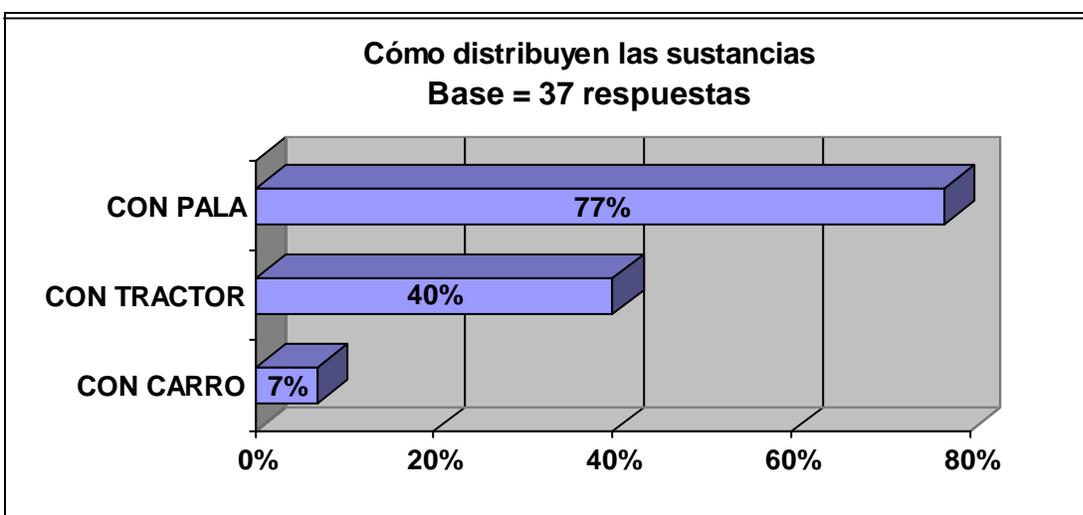
- Fertilizante floral.
- Marcas: Newplan – Nitrofoska – Hacaforce – Hidrofosca Azul – Ciudad Floral.
- Triple 15.
- Nitrógeno – Fosfato – Fósforo – Potasio – Hierro – Nitrato de Amonio – Sulfatos.
- Activadores del follaje.

La mayoría de las respuestas indica que el uso de estos productos es necesario porque dan nutrientes a las plantas y mantiene un equilibrio en la materia orgánica de la tierra. Es necesario evitar la compactación del suelo y además con el riego el suelo pierde nutrientes que se deben reponer.

Muchos entrevistados en San Pedro indican que en un futuro próximo no quedará más tierra para reponer las pérdidas que significa su utilización para relleno de macetas, uso en compostaje y en terrones de árboles y arbustos, motivo por el cual ven necesario contar con alguna enmienda orgánica que tenga un costo accesible.

III.c. FORMA DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS MEJORADORES DEL SUELO

Sobre 37 respuestas recibidas (1,2 menciones por entrevistado), las formas de aplicación mencionadas son mayoritariamente con pala (77%), seguida con tractor (40%) y en menor medida con carro (7%).



Marginalmente, otras respuestas obtenidas en cuanto a forma de distribución de las sustancias son:

- Por medio de Rotabatos (herramienta que se coloca en el tractor).

- Manualmente.
- Con pala hidráulica o pala cargadora.
- Con acoplados rurales.
- Por goteo en el riego (para el caso de líquidos).

III.d PROVEEDORES

El 73% de la muestra indica que compra los productos en mayoristas o distribuidores, y en menor medida en fábricas (13%) y cooperativas (13%) pero hay un 30% que sugiere que además efectúan compras ocasionales enmarcados dentro de la categoría “otros”.

En la categoría “otros” enmarcamos a:

Ofertas que reciben los viveristas y productores por teléfono;

Búsquedas de ofertas por Internet;

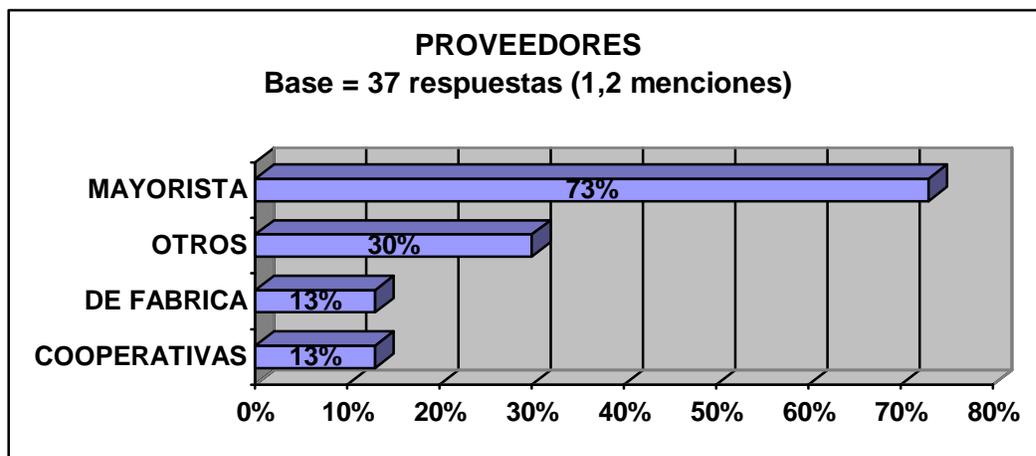
Oferentes casuales que se acercan con los camiones cargados;

“Limpiadores de galpón” que proveen el guano de pollo, que también se puede buscar sin cargo: “...basta con recoger el material de los criaderos de la zona con camión propio...”.

Contratación de un flete para arroceras con acarreo del material.

Proveedores varios de tierra, en general, de San Andrés de Giles, Mercedes o Moreno.

Un aspecto a mencionar es que a veces la modalidad de pago es con producción (plantas o plantines) en lugar de pesos.

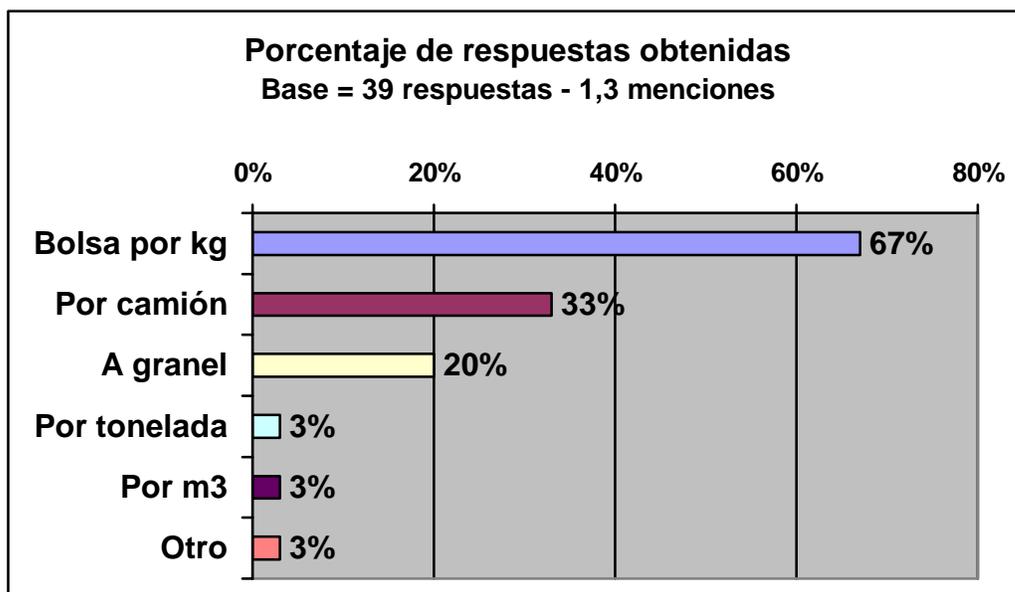


III.e UNIDADES DE MEDIDA PARA LA COMPRA DE LOS PRODUCTOS MEJORADORES DEL SUELO

Las respuestas dadas resultaron bastante dispares. Dependiendo del tipo de vivero y tipo de producto, las unidades de medida para la compra varían caracterizándose por no estar estandarizadas.

Para el caso de la tierra negra la compra se realiza por “equipo” que tiene unas 30 toneladas. Para el caso de estiércol de vaca la forma de compra es por camión. Pero también se nombra el “chasis” de 34m³ o de 25m³, o el acoplado de 5 a 7 m³.

En general la resaca se compra en m³, o en bolsas de 25 a 50 decilitros. Los agroquímicos en bolsas de 50 kg.; los líquidos vienen en baldes de 10 lts.; y las enmiendas orgánicas en bolsas de 10 kg.



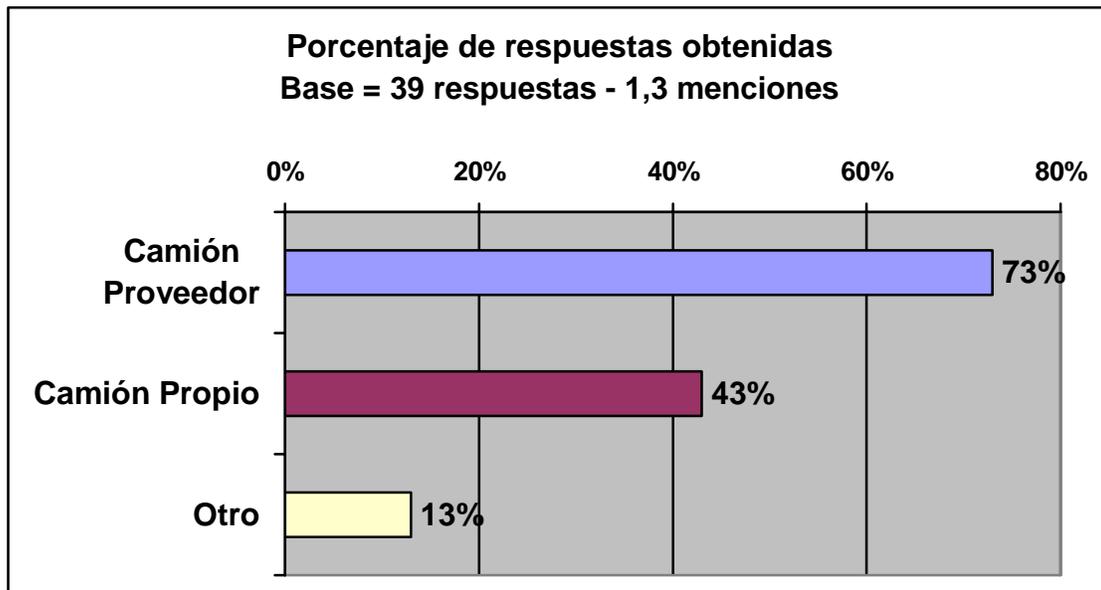
III.f FRECUENCIA DE COMPRA DE PRODUCTOS MEJORADORES DEL SUELO

De forma análoga a los ítems anteriores, también aquí hay una fuerte disparidad en las respuestas obtenidas. Están quienes compran un camión una vez al año hasta los que mencionan que compran dos camiones por semana durante temporada alta. Sin embargo, pese a la dificultad de obtener precisiones, podemos decir que los establecimientos pequeños (menos de 10 ha) son quienes consumen un promedio dos equipos (30 tn/equipo aproximadamente) al año mientras que aquellos de más de 50 ha son los que consumen dos equipos (30 tn/equipo aproximadamente) por semana durante la época alta.

Un rasgo común a todos es la mención de la marcada estacionalidad, que comienza poco antes de la primavera, momento en el que se comienza a abonar, extendiéndose hasta el mes de diciembre y en algunos casos hasta enero. En el caso de los cítricos se vuelve a abonar en marzo. Para el resto del año, la necesidad de mejoradores del suelo cae abruptamente dependiendo en parte del tipo de cultivo (ej.: las lechugas requieren mejorar el suelo cada 70 días) así como de factores climáticos.

III.g FORMA DE ENTREGA

La mayoría (73%) dice recibir la tierra, los agroquímicos y los sustratos con el camión del proveedor. En menor medida (43%) mencionan que reciben la tierra del proveedor pero la resaca y el guano lo retiran con camión propio, porque son pesos menores que pueden trasladar con vehículos más chicos.



Cuando mencionan “otros”, se refieren a comisionistas o fletes que contratan para retirar mercaderías.

Cuando se indaga sobre si hay algún motivo para hacerlo de la forma en que responden, las respuestas son variadas aunque el costo de los fletes resulta ser un factor determinante. Entre las menciones más frecuentes se encuentran la conveniencia (costos, tiempo); la comodidad (resulta más cómodo que lo traigan a ir a buscarlo); la oportunidad (si bien a veces no lo necesitan si consideran una buena oportunidad comprar lo hacen).

III.h VOLUMEN Y PRECIO

Cuando preguntamos por el volumen consumido en el año, las respuestas difieren según tamaño del lugar y tipo de plantación. Una estimación indica que en cada hectárea puede haber de 500 a 700 plantas y cada planta requiere unos 400 gr. de enmienda orgánica por temporada. Es decir, son necesarios 280 kg por hectárea por temporada (de agosto a diciembre), con lo cual en un establecimiento de 10 ha se necesitarán aproximadamente 3 tn de enmienda por temporada.⁴

El precio de la tierra negra en camión, o chasis, también tiene precios dispares: van desde los \$1000 por 40 m³ a \$1.800 por 44 m³. Es decir, de \$25 a \$ 34 por metro cúbico. Dicen que depende de la calidad de la tierra.

Los otros productos utilizados también muestran dispersión.

El humus de lombriz, que mencionan como muy bueno pero muy caro, cuesta unos \$162,50 el metro cúbico y se mezcla con tierra negra en una proporción del 20 al 30%. Un compuesto con humus de lombriz, cama de vaca y tierra tiene un costo de \$6,50 la bolsa de 40 dm cúbicos en Escobar. Una importante viverista de plantas aromáticas informa que está comprando 100 bolsas de este compuesto por temporada.

El precio promedio de varios productos mencionados en las entrevistas son los siguientes.

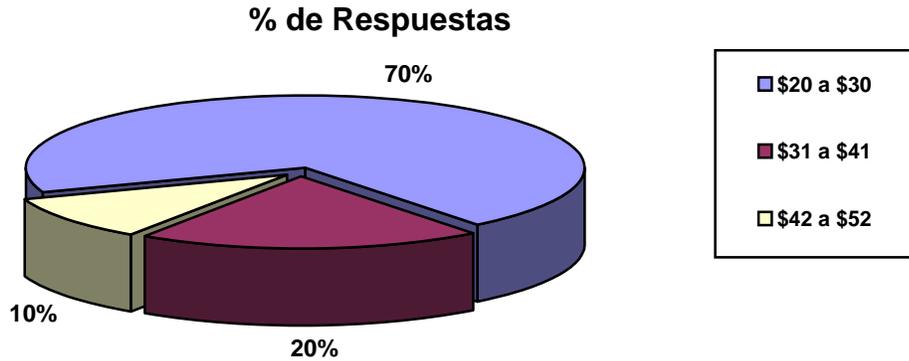
| Producto | Precio | Observaciones |
|---|--|--|
| Tierra negra | \$30/m ³ | Tierra negra en camión (un “equipo” de aproximadamente 30 m ³). |
| Resaca | \$67/m ³ | \$3/bolsa 50kg. |
| Pino | \$33,5/m ³ | |
| Humus de lombriz | \$160/m ³ | |
| Nitrofoska (en bolsa) | \$100/50kg. | |
| Urea (en bolsa) | \$65/m ³ | |
| Sustrato compuesto por: tierra negra, resaca, perlita y bosta de vaca de feed-lot | \$80/m ³ | Consulta hecha a un productor de enmiendas orgánicas y sustratos que distribuye a varios puntos del país (BERTINOT, de Bella Vista, provincia de Bs. As.). La venta mínima es de un equipo de 30m ³ . |
| Sustrato orgánico (pesado) compuesto por: 60% de tierra y 40% de mantilla de pino, resaca y corteza, que tiene un pH aproximado de 5,5 a 6,0. | \$60-65/m ³ | |
| Sustrato orgánico (liviano) compuesto por: que tiene 40% de tierra y 60% de materias orgánica, | \$75-80/m ³ | |
| Cama de pollo | Los entrevistados no especificaron precio sino que informaron que este producto les cuesta el precio del gasoil para ir a buscarlo y la mano de obra para barrer los galpones. | |

⁴ Esta estimación comprende el negocio completo esto es también incluye las parquizaciones en emprendimientos inmobiliarios.

| | |
|-----------------------|---|
| Resaca del Río Zárate | Las personas encuestadas comentaron que una alternativa es ir a buscar este producto pero en este caso existe riesgo por contagio de bacterias. |
| Cáscara de árboles | Los encuestados indicaron que tienen la posibilidad de contar con este producto sin cargo de Papel Prensa pero tienen que ir a retirarlo. |

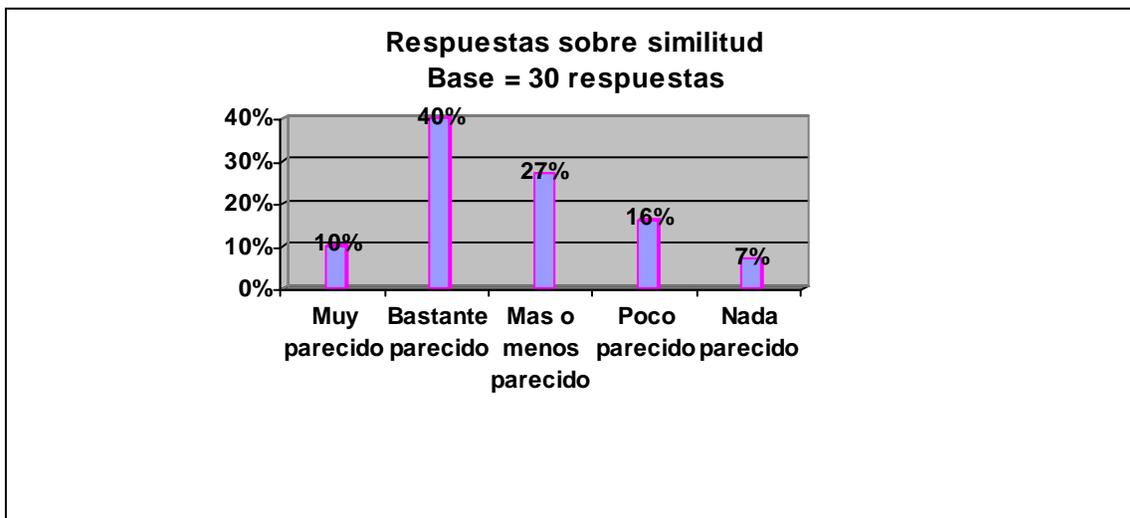
Los precios que dieron los encuestados en tierra y en pino coincidían con una dispersión pequeña, menos en la resaca donde el precio por camión variaba desde \$180 a \$900 y con distintos metros cúbicos.

Rango de precios de tierra negra en camión obtenidos en las entrevistas



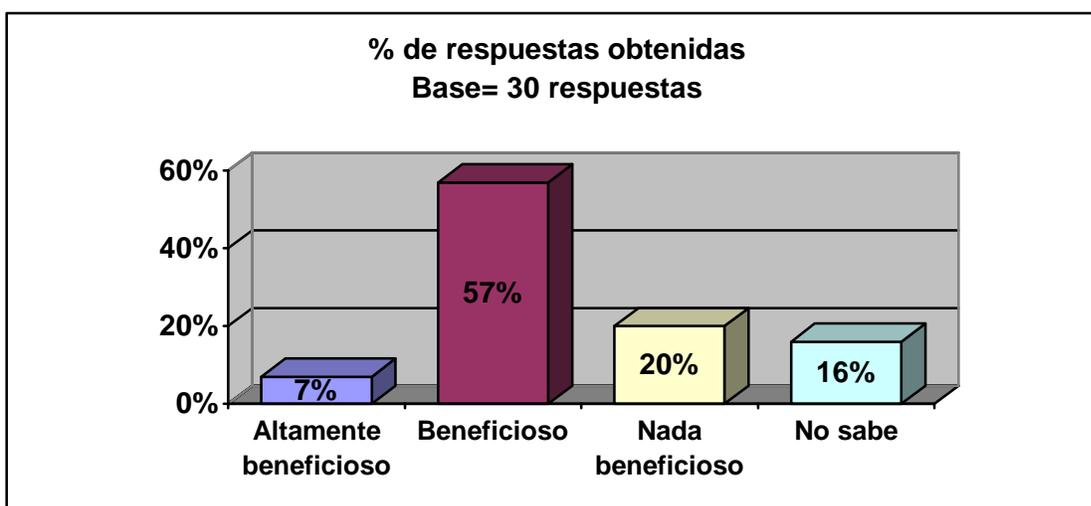
III.i SIMILITUD DE LA ENMIENDA ORGÁNICA PROPUESTA CON LOS EMPLEADOS HABITUALMENTE

Sobre la base de 30 respuestas, cerca del 80% encuentra a la enmienda orgánica propuesta muy similar a los productos actualmente empleados.



III.j BENEFICIOS PERCIBIDOS

En este tema también hay mayoría de respuestas positivas, aunque una proporción apreciable (16%) menciona que no puede afirmar nada antes de hacer una prueba.



En cuanto al tipo de beneficios percibidos, un 40% de los encuestados considera que la enmienda propuesta mejoraría las propiedades físicas y químicas del suelo, aliviando la tierra y aportando nutrientes que mejoran tanto la calidad de la tierra como de la planta (resultado final del proceso). Sin embargo, no todos los que han elegido esta opción creen que sea completamente adecuada ya que si bien la mayoría de los aportes nutricionales de la enmienda son buenos, otros no son necesarios.

Otros beneficios están sujetos al precio que tenga la enmienda ya que si éste estuviese por debajo de los precios de las otras alternativas actuales, en vistas de las características presentadas para la enmienda orgánica propuesta, la

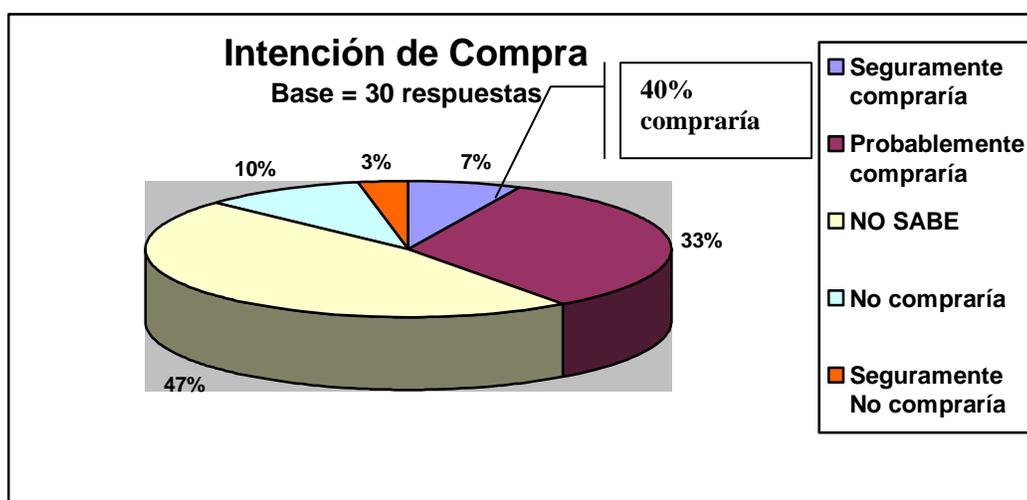
consideran beneficiosa ya que les ahorraría costos y procesos en sus procesos de elaboración de enmiendas específicas según tipo de cultivo.

Por otro lado, un beneficio mencionado es que sustituye a la tierra negra que resulta cada vez más escasa.

Vemos que es notorio el interés por probar el producto ya que la mayoría indicó que recién después de utilizarlo en una muestra testigo (de entre 3 y 6 meses) podría dar conclusiones a los beneficios mientras que el 6% de los entrevistados no le ven ningún tipo de beneficio a esta enmienda.

III.k INTENCIÓN DE COMPRA

Cuando se preguntó si compraría este producto si estuviera próximamente en el mercado, las respuestas están bastante concentradas en NO SABE (47%) aunque un 40% declara que SÍ COMPRARÍA, siempre sujeto a prueba previa.



III.l INCONVENIENTES / OBJECIONES PARA EL USO DE LA ENMIENDA PROPUESTA

Un 30% considera que el costo será mayor al que ellos tienen actualmente usando productos con menos procesos. Sin embargo, indican que tendrían que evaluar más específicamente la relación costo-beneficio, teniendo también en cuenta el tipo de plantas (resultado final del proceso).

Otros (17%) indicaron que para opinar:

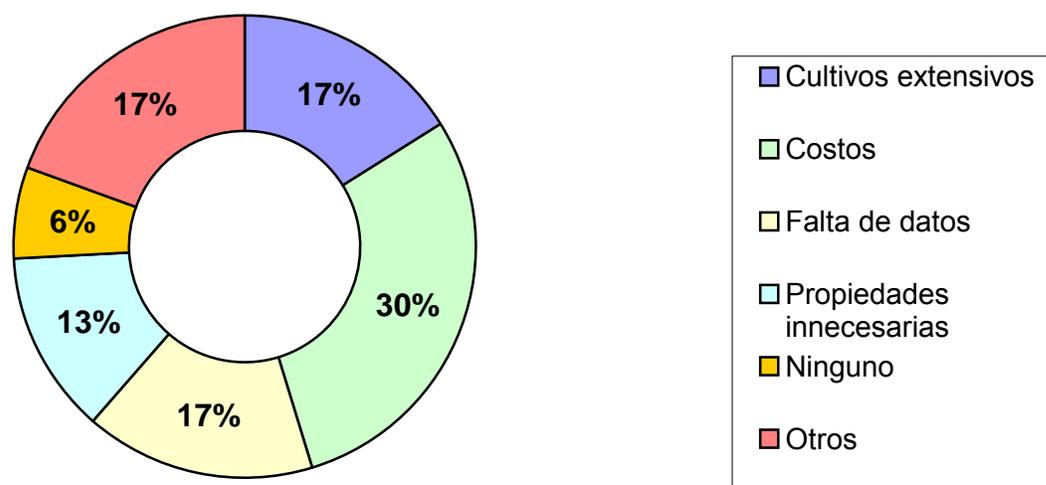
- Necesitan mayor información acerca del producto.
- Requieren probarlo.

- Precisan conocer el volumen de acarreo, el posible olor que pueda llegar a tener.
- Quieren saber si se asegura alta higiene y baja parasitosis, pues es uno de los problemas que están teniendo con algunas resacas de río.

En ciertos casos las propiedades indicadas en la ficha técnica confeccionada eran por muchas o por pocas innecesarias, en consecuencia si bien la mayoría de los aportes nutricionales de la enmienda fueron considerados buenos otros no resultaron necesarios llegando al punto de considerarlos perjudiciales. Tal es el caso de la zona de Escobar en la que el calcio del agua es muy elevado y no sería conveniente sumarle mayor cantidad. O en viveros en donde el proceso de cultivo se realiza en macetas y el uso de este producto podría quemar a las plantas, como les sucedió cuando utilizaron estiércol de vaca de Feed-lots para formar las enmiendas.

| | Mejor para uso en Cultivos extensivos | Los costos podrían ser altos | Falta de datos | Propiedades innecesarias | Ninguno | Otros |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------|---------|-------|
| % de respuestas | 17% | 30% | 17% | 13% | 6% | 17% |

Principales objeciones



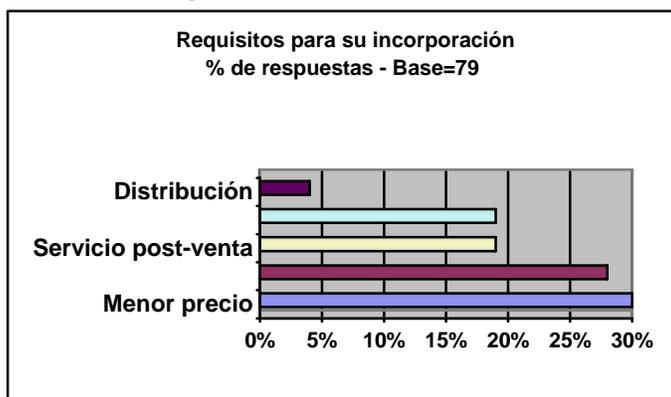
III.m REQUISITOS PARA SU INCORPORACIÓN

El principal requisito es la relación costo-beneficio del producto respecto de los demás productos orgánicos que ya están en plaza en la zona de San Pedro y Escobar. A eso hay que agregarle que muchos de los viveros que visitamos

producen sus propias enmiendas orgánicas y la comercializan, considerando a este producto como potencial competidor.

Le sigue en porcentaje de respuestas como un requisito básico del producto el aval de instituciones oficiales como el INTA, un análisis detallado de su composición y proporciones de cada componente. Además mencionan que es necesaria la experimentación del producto en plantas testigos para medir su utilidad y rendimiento con respecto a otros productos. La experimentación de este producto varía según el vivero y las cantidades de plantas testigos que deseen usar. Pero en promedio los que manejan plantines mencionaron una bolsa de 60 kg y 3 meses de plazo para medir su efectividad.

También encontramos a lo largo de la entrevista que otros requisitos que se deben tener en cuenta para este producto es que el mismo mantenga la misma calidad en diferentes entregas y no baje su rendimiento. Se impone como una necesidad la aclaración de la proporción de elementos y método de aplicación de este producto en la tierra o en plantas.



8- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA

PRODUCTO / SERVICIOS A OFRECER:

Mediante el tratamiento de residuos agroindustriales, el proyecto prevé ofrecer “compost” que consiste en una enmienda orgánica generada mediante una “tecnología innovadora de compostaje controlado de variables”, originado por el biotratamiento de los barros provenientes de los efluentes industriales líquidos de plantas alimenticias y estiércol de feed-lot.

Este producto presenta las siguientes características particulares:

- Características físico-químicas homogéneas a escala industrial.
- Cumplimiento de Normas de Clasificación Nacional e Internacionales vigentes: Compost Clase “B”, según la Norma Chilena la cual está basada en las normas EPA, ASC, NF (AFNOR) y las de SENASA (Argentina).
- Producto obtenido del reuso de solamente dos (2) residuos agroindustriales que son y serán “auditados” en su generación para que la calidad de la materia prima y el compostaje sea siempre constante y libre de contaminantes químicos y biológicos
- Producto que puede denominarse “básico” o de “uso general” y comercializarse como tal y/o mejorarse para obtener otros productos: Compost clase “A” u otras enmiendas orgánicas tales como compost enriquecido con cultivos de bacterias

fijadoras de nitrógeno, enriquecidos con urea, con fósforo y potasio y adaptados a las necesidades de cada cultivo en particular.

e) Alto contenido de humus, incluso mayor que el encontrado en los típicos suelos de la pampa húmeda (molisoles), siendo su calidad agrícola igual o superior, ubicando al producto como un excelente mejorador o recomponedor de la materia orgánica.

Dado que el compostaje es un mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo, no hay que confundirlo con un fertilizante pues sus contenidos de nutrientes no son tan altos. Es por ello que su acción no es inmediata, sino que es progresiva a lo largo del tiempo. Es de naturaleza orgánica (la mayoría de los fertilizantes son de tipo inorgánico). Favorece la adsorción de los fertilizantes en general y es por ello que es un excelente vehículo de los mismos, disminuyendo el volumen total de los mismos a emplearse en un terreno. Mejora la estructura del suelo aportando materia orgánica estabilizada al mismo. Regula su PH, contribuyendo con cantidades importantes de fósforo, nitrógeno, calcio, potasio y oligoelementos. En conclusión la enmienda orgánica tienden a restituir las propiedades originales de los suelos, mientras que los fertilizantes aumentan su potencial productivo momentáneamente.

También se ofrecerá compostaje a medida, mediante el agregado de algún componente solicitado por los clientes, ya que según el cultivo son los requerimientos nutricionales y el PH necesario.

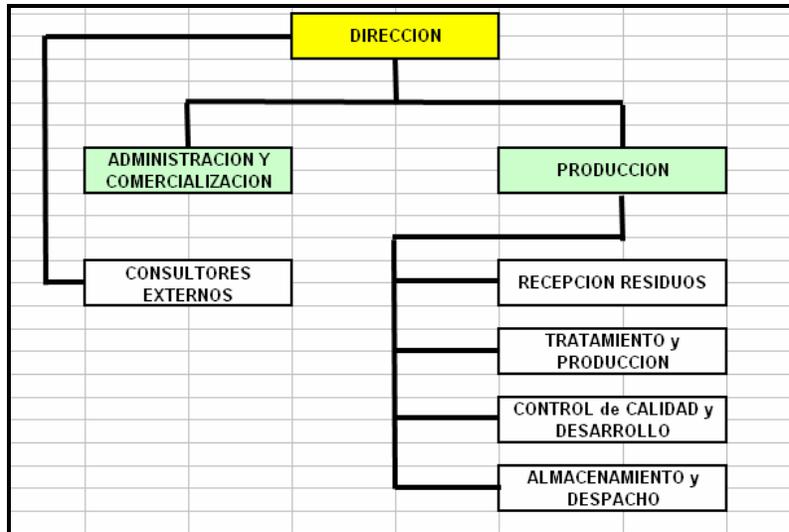
Por otro lado, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente producto del proceso aplicado para tratar los residuos industriales no especiales de origen agropecuario permitirán a la PYME expedir certificados CERs para ser adquiridos por gobiernos de países desarrollados y empresas de los mismos, generadores de gases de efecto invernadero. Además, en una etapa futura se prestará el servicio de tratamiento de residuos industriales no especiales.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

En función de las actividades a realizar, la estructura organizativa sugerida que debiera adoptar la empresa y la cual se ha utilizado para el análisis de factibilidad se refleja en el siguiente gráfico:

Requerimientos de Personal.

Gerente general
Encargado de planta
Responsable de calidad y desarrollo del producto
Laboratorista
Maquinista/tractorista
Peón general
Administrativo
Contador



La estructura propuesta de la empresa se basa en una organización del trabajo con una clara distinción de áreas acorde a las actividades que se realizarán. Contaría con un apoyo jurídico y contable externo para temas específicos legales y contables.

En el área administrativa estaría un empleado a cargo de las tareas diarias siendo asistido por el estudio jurídico – contable en cuestiones técnicas. En esta área se contempla también la realización de las tareas comerciales vinculadas a contacto con los clientes y proveedores.

El área de producción comprenderá:

Área de Recepción de Residuos cuya función es la de recibir residuos, almacenarlos, analizar la calidad de los mismos y aprobar su recepción.

Área de Tratamiento de Residuos y Producción de Compostaje, cuya función es la de producir compostaje en hileras o pilas de compostaje.

Área de Control de Calidad y Desarrollo cuya función es la de acondicionar el producto controlando su calidad así como desarrollar nuevos productos y/o aplicaciones.

Área de Almacenamiento del Compost es el área donde se almacenará el producto para su posterior comercialización.

En el área de producción trabajarán cinco personas para realizar las diferentes tareas del proceso productivo: un encargado de planta, un responsable de calidad y desarrollo del producto, un laboratorista, un tractorista y un peón general.

El tractorista o maquinista se encargará del manejo de la pala mecánica y realizará las tareas de: descarga de las materias primas en la playa (barros y estiércol); traslado del material a la playa de almacenamiento de barros y estiércol; traslado de la enmienda orgánica al galpón de procesado y depósito y almacenaje del producto terminado. Por su parte el peón asistirá al maquinista en las tareas de descarga y carga ya sea de la materia prima como del producto terminado. También lo asistirá, principalmente en la etapa de traslado y formación de hileras de compostaje y en la etapa de mezclado de barros y estiércoles en playa de mezclado.

Por su parte el laboratorista realizará las tareas de muestreo del material recibido con el objetivo de efectuar los ensayos preliminares de calidad y así poder volcar la materia

prima al proceso productivo, garantizando el resultado de lo obtenido desde la perspectiva química.

El encargado general estará afectado al control total del proceso productivo en si, pero particularmente y trabajando en conjunto con el responsable de calidad, realizarán las tareas de control del proceso de compostaje.

El encargado general junto al peón se encargará de trabajar en la etapa compostaje de las hileras acondicionando la enmienda (zarandeo y clasificado); embolsando y etiquetando.

El responsable de calidad y desarrollo de producto tendrá a su cargo realizar los controles de calidad correspondientes, así como analizar y desarrollar los nuevos productos a ofrecer.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El escenario de oportunidad en que se enmarca este proyecto está descrito por los siguientes hechos:

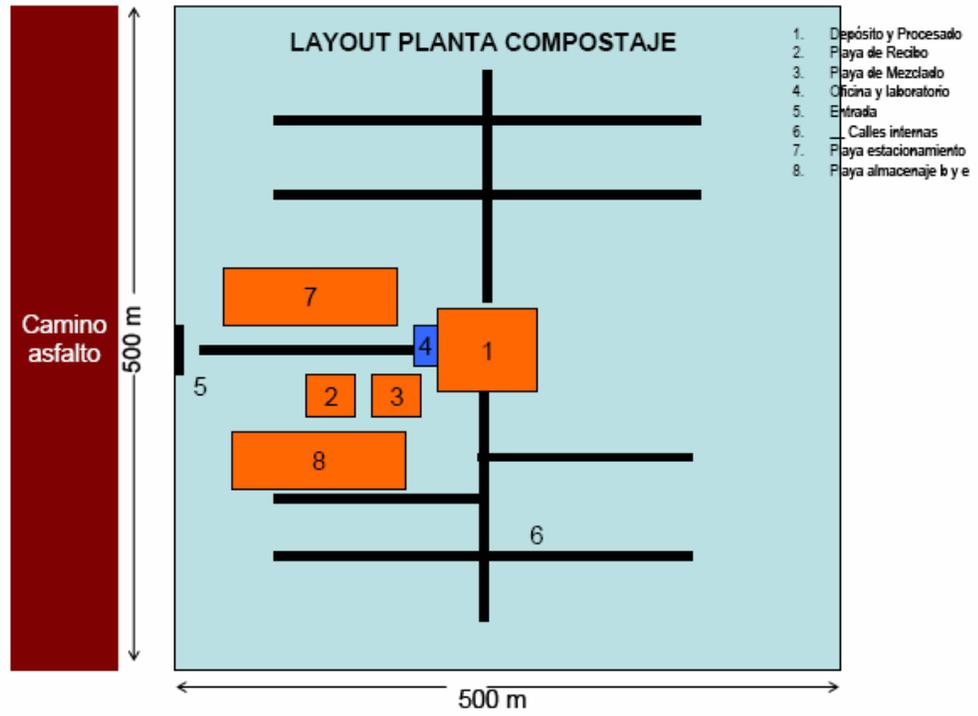
1. Colapso de los basurales municipales descontrolados.
2. Desde la propia Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, se marca con claridad en la Agenda Ambiental del país la prioridad de gestionar adecuadamente los residuos urbanos e industriales
3. Existe la necesidad de reutilizar residuos a fin de disminuir el volumen total de los mismos.
4. Pérdida de áreas tradicionalmente ganaderas en favor de cultivos como la soja que obligan a acorralar el ganado en feed-lots. Este hecho provoca un aumento de la densidad de estiércol en focos puntuales de dichas áreas con el consiguiente impacto ambiental negativo asociado.
5. La legislación nacional y provincial promueven el uso de biotratamientos para transformar los residuos industriales no especiales en materia prima de nuevos procesos industriales, haciendo desaparecer la responsabilidad original del generador de residuos sobre los mismos.
6. Pérdida de las propiedades originales de los suelos de las áreas de mayor producción agrícola del país, particularmente nutrientes como nitrógeno, calcio, carbono, etc. que obligan a un uso cada vez más intenso de fertilizantes sintéticos, con el consiguiente aumento de los costos de producción.
7. Argentina (país en desarrollo) promueve (a través de un fondo de 250 millones de dólares) proyectos de reducción de emisiones o secuestro de carbono (Mecanismos de Desarrollo Limpio).

ASPECTOS TECNICOS LAYOUT PLANTA COMPOSTAJE Anteproyecto de planta y layout

En la figura se presenta el layout de la planta.

1. Depósito y Procesado
2. Playa de Recibo
3. Playa de Mezclado
4. Oficina y laboratorio
5. Entrada

- 6. Calles internas
- 7. Playa estacionamiento
- 8. Playa almacenaje



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO U OPERACIONES

- 1. Recepción.** Los residuos industriales no especiales (por ejemplo barros y estiércoles) ingresan a la planta en camiones autorizados por la SPA y se dirigen a la playa de recepción, donde deben presentar la carta de porte y el ticket de pesada en balanza autorizada; los cuales serán recepcionados por el personal administrativo acorde al protocolo establecido.
- 2. Verificación de la Documentación.**
- 3. Descarga.** Se procede a la descarga de los residuos.
- 4. Análisis de la Muestra.** Se tomará una muestra de material transportado, la cual se guardará en la heladera del laboratorio para su posterior análisis (según protocolo de toma de muestra y análisis).
- 5. Emisión del Certificado de Disposición.** Se emitirá un Certificado de Disposición, el cual será entregado al transportista de acuerdo al protocolo establecido. Esta operación tiene un costo que deberá ser abonado en la oficina de administración.
- 6. Almacenaje de Residuos.** Se transporta el material dispuesto en la playa de recepción hacia la Playa de Almacenado, contiguo a la Playa de Mezclado. Para ello se utilizará una pala cargadora y un acoplado de transporte, la cual será operada por el maquinista.
- 7. Procesamiento de la materia prima.** Se procederá a la mezcla de las materias primas en la Playa de Mezclado en las proporciones establecidas en el protocolo correspondiente. La mezcla es transportada a las Playas de Compostaje para su disposición en hileras o montones. Cada hilera y/o montón tiene que estar identificada según protocolo.
- 8. Controles y tratamientos aplicados durante el procesamiento.** Se realizarán los controles de los parámetros fisicoquímicos estipulados en protocolo, como así también se aplicarán los tratamientos correspondientes (aireación, humectación, tapado, etc). Se utilizarán las maquinarias y herramientas adecuadas para estas operaciones
- 9. Procesamiento del producto.** Una vez finalizado el proceso de compostaje, se trasladará el producto hacia el Galón de Depósito y Procesado utilizando una pala cargadora y acoplado. El personal de planta procede a cargar el compostaje en la cinta transportadora que lo eleva a la tolva superior de una zaranda rotativa, la cual selecciona el material según su textura (tamaño). El material tamizado, de acuerdo a su tamaño, se deposita en distintas bandejas. Cada bandeja cuenta con una boquilla en su fondo, por la cual el material cae a bolsas de 5, 10 y 50 dm³. El personal de planta procede a posteriori al sellado térmico de las mismas.
Las bolsas pueden ser de PVC, polietileno o papel con PVC. Las bolsas etiquetadas adecuadamente serán estibadas.
- 10. Control de Stock.** Se verifica la existencia de material procesado, el cual será informatizado adecuadamente para su posterior comercialización.
- 11. Comercialización.** En principio, se piensa en tener un grupo reducido de mayoristas a los que vender el o los productos.

Necesidades de materiales e Insumos, equipos, infraestructura

Materia Prima. Residuos Industriales no especiales, en principio de la industria alimenticia y estiércoles del Feedlots.

Insumos. Se requerirá de combustibles para la pala cargadora y/o tractor y/o auto elevador, electricidad para la zaranda rotativa, las oficinas, depósitos, etc. El laboratorio requerirá de un mínimo de reactivos necesarios para los análisis de campo. Envases para el almacenaje del producto, agua para el proceso de compostaje y las instalaciones.
Material de oficina para la administración.

Equipos

Tractor con Pala cargadora. Tractor tipo Massey-Ferguson, 95 HP, motor Perkins 4000. Levante de 3 puntos hidráulico, toma de fuerza independiente de 540 rpm. Contrapeso frontales y traseros. Pala cargadora de acople y desmonte rápido (hidráulico).

Zaranda rotativa

Báscula de 500 Kg.

Acoplado Rural con Baranda de 4 Tn.

Camioneta tipo Fiat Ducado, 1997 full para transporte de mercadería.

Cinta transportadora

Computadoras PC Pentium Centrino, 80 GB disco rígido, monitor 17" flat con grabadora de DVD/CD y puertos USB.

Impresora chorro tinta HP 1310 (scanner incluido).

Embolsadora.

Equipamiento de laboratorio. Laboratorio portátil para análisis de pH, conductividad, humedad, más heladera.

Infraestructura

1. Cerco perimetral para 5 ha. 2000 metros de alambrado.
2. Tranquera de entrada (dos hojas de 3 metros).
3. Construcción de 50 m² que contempla oficina 4x4, baño, laboratorio 3x3 y cocina y recepción.
4. Galpón metálico de 12x20 m.
5. Calles internas. Entoscado.
6. Agua. Pozo. Encamizado + bomba.
7. Luz. Bajada y electrificación de las instalaciones (incluidos luces de seguridad para el predio).

6.- Estudio de Impacto Ambiental y Sistemas de Gestión

6.1 Hidrogeología de la zona

6.1.1 Suelos:

1.1.1 Geomorfología – forma y textura de relieve- llanura ondulada a suavemente ondulada con drenaje hacia el océano Atlántico.

Textura y estructura: Presencia de suelos con tosca en profundidades comprendidas entre 50 y 100 cm. Estructura granular con adecuado porcentaje de materia orgánica (3- 5 %) y una reacción ligeramente acida. En general son bien drenados y sin peligro de anegamiento.

1.2.3 Litología o composición mineralógica y pedregocidad- Predominan los argiudoles – El área presenta con cierta frecuencia, limitaciones edáficas importantes debido principalmente a la presencia del manto calcáreo (tosca) dentro del metro de profundidad. En algunas microáreas aparecen suelos con horizontes sub-superficiales sódicos los cuales constituyen un severo impedimento para los cultivos.

La principal diferencia con el área oeste es la ausencia de tosca por encima del metro de profundidad, lo cual hace que estos suelos tengan en general mayor capacidad para almacenar agua pluvial. Por lo tanto presenta menos limitaciones para los cultivos de verano, además de la mayor influencia oceánica, lo cual reduce sensiblemente el déficit hídrico en el periodo estival.

1.2.4 erosión: en general se caracterizan por ser suelos que no presentan una acción marcadamente erosiva dado fundamentalmente por la importancia de la zona como área económica agrícola – ganadera, lo que ha llevado a la concientización de los productores respecto de las prácticas agrícolas. Aun así debemos considerar el agotamiento de los suelos por practicas intensivas y en ocasiones voladuras de las capas superficiales del suelo. En la zona este donde los suelos se tornan más arenosos aumenta la susceptibilidad a la erosión eólica.

1.2.5. Capacidad productiva del suelo: respecto a la capacidad agraria del suelo podemos decir que esta zona se caracteriza por ser mixta cerealera, con predominio de los cultivos de trigo y de girasol, sin embargo existen además, aunque en menor proporción, cultivos como maíz, soja, papa, avena, cebada, mijo, etc. las limitaciones mas importantes están dadas por la escasa materia orgánica y nutrientes y la acción erosiva de los vientos. En general las explotaciones corresponden a superficies medianas, entre 101 y 400 hectáreas, siendo pocas los establecimientos con grandes superficies. (Secretaría de la Producción de la Municipalidad de Tres Arroyos, 1996)

Estos suelos también son aptos para el pastoreo, destacándose la explotación ganadera-vacuna de cría y recría y tendencia a la invernada. De acuerdo a datos aportados por GELSEA para la campaña de vacunación realizada en el partido entre

los meses de marzo a Julio de 1995 puede establecerse que el número total de bovinos es de 266.500, el de lanares 30.000,2500 porcinos y 4.440 equinos.

Según el Censo Nacional Agropecuario correspondiente a 1998 existen 813 explotaciones, de los cuales 223 establecimientos se dedican a la cría, 65 a la invernada y 40 son establecimientos de tambo.

1.3. Recursos hídricos y calidad de agua

1.3.1. AGUAS SUBTERRÁNEAS:

1.3.1.1. Caracterización: el esquema hidrogeológico regional del subsuelo permite diferenciar las tres grandes secciones establecidas para la provincia de Buenos Aires: Hipoparaniana, Paraniana, y Epiparaniana apoyadas sobre el basamento cristalino. La sección hipoparaniana con más de 68 metros de espesor consta de areniscas finas, fangositas y arcilitas pardo rojizas, que hidrogeológicamente constituyen una secuencia de acuitardos y acuíferos con agua salada. La sección paraniana (Formación Paraná) esta compuesta por axilitas verdosas de origen marino, con arenas finas. El espesor varía entre 23 y 60 metros. El agua también presenta alta concentración salina. La sección Epiparaniana es la portadora de los niveles acuíferos que se explotan. Se extiende desde la superficie del terreno hasta alrededor de los 140 metros b.n.t. (máximo). Esta compuesta por limos arcillosos- arenosos con intercalaciones calcáreas, presentando variaciones granulométricas muy marcadas en cuanto a la proporción de los componentes arena- limo y arcilla, lo que determina los distintos grados de productividad de los niveles acuíferos, como otro elemento que juega junto a la permeabilidad secundaria de la tosca. (Jorge N. Santa Cruz, 1991).

De acuerdo a un estudio realizado para Malhería Quilmas se obtuvieron los siguientes valores de una recopilación de datos de análisis químicos en un periodo comprendido entre 1958 y 1991, de 11 pozos de la Municipalidad de Tres Arroyos, ubicados en distintos sectores de la misma:

- Residuos: los valores medios presentan una disminución general de este a oeste de 1250 mg/l a 1050 mg/l.
- Alcalinidad: los valores medios también disminuyen de este a oeste (4060 mg/l a 380 mg/l). los valores para 1991 presentan una tendencia similar a los valores medios.
- Dureza: los valores disminuyen de este a oeste (con extremos aproximadamente de 239 mg/l a 160 mg/l). los valores para 1991 presentan mayor dispersión.
- Cloruros: la tendencia muestra una disminución de este a oeste (con extremos aproximadamente de 270 mg/l a 190 mg/l). el muestreo también indica mayor dispersión para 1991.
- Sulfatos: disminuyen de oeste a este en valores medios, con sus extremos entre 165 mg/l a 122 mg/l. en 1991 los valores se dispersan más.

- Fluoruros: presentan una leve tendencia al aumento de este a oeste, con valores extremos de 1.6 mg/l a 202 mg/l. también los valores se dispersan mas para 1991.
- Nitratos: los valores medios presentan un máximo cerrado similar a los valores medios.

Todos los pozos presentaron en general características semejantes en su composición, teniendo en cuenta la variación de las profundidades de los mismos (entre 20 y 80 metros) y la variación temporal.

De acuerdo a la información otorgada por la secretaria de obras y servicios públicos e la Municipalidad de Tres Arroyos en el presente año, se puede afirmar que el agua entregada a la ciudad actualmente esta calificada como potable y reúne las siguientes características:

8en mg/l)

- PH: 7.7
- ALCALINIDAD: 0.03
- CLORUROS: 264
- DUREZA: 168
- FLUOR: 1.8
- NITRATOS: 48
- SULFATOS: 146
- CALCIO: 30
- MAGNESIO: 27

1.3.1.2. Usos reales: se la utiliza como agua potable ya que las características que presenta, lo permiten. Dado que la disponibilidad del acuífero es buena, permite su utilización para otras actividades. (Obras Sanitarias de la Municipalidad de tres Arroyos, 1996)

1.3.1.3. Disponibilidad versus uso: la disponibilidad es buena, acuíferos en 100 m³/h. la extracción se realiza en 14 pozos, a 90 mts de profundidad, situados en diferentes puntos de la ciudad con bombas ubicadas a 30 mts. (Obras sanitarias de la Municipalidad de <tres Arroyos, 1996). La utilización que hace la fábrica de este recurso corresponde a 120 m³/día.

1.3.1.4. Calidad: apta para el consumo humano (potable). (Obras Sanitarias de la Municipalidad de Tres Arroyos, 1996)

1.4 Atmósfera

1.4.1 estudio local de calidad de aire: fueron consultadas diversas Dependencias nacionales y provinciales(secretaría de medio Ambiente y desarrollo humano de la provincia de Buenos Aires), así como al Servicio meteorológico Nacional y la Chacra experimental Integrada de Barrow, y no existen registros que evidencian la calidad del aire para la ciudad de Tres Arroyos. No obstante esto, el desarrollo de la misma no hace suponer un grado de contaminación importante.

1.5 Vegetación

1.5.1. Diversidad: la vegetación primitiva predominante corresponde a la estepa o pseudoestepa de gramíneas del genero **Stipa** que se agrupan en matas de pastos duros, dejando parte del suelo desnudo durante gran parte del año. Constituyen recursos forrajeros invernales importantes en campos naturales y se las conoce como "flechillas". La diversidad específica incluye S. neesina (flechilla brava), S. clarazia, S. tricótoma, S. caudata (paja vizcachera), S. ambigua, asociadas con Piptochaetum hackelii, P. medium, P. stipoides (características de campos naturales), Poa ligularis, P. bonariensis, Asistida murina y A. pallens (pastos duros).

También se encuentran otras especies de gramíneas utilizadas como cereales, ornamentales, (céspedes), forrajeras, y algunas consideradas malezas. Entre las que se destacan por su importancia como forrajeras se encuentran: Agropyron elongatum, Avena barbata, A. bizantina, A. fatua, A. ludoviciana (avena cimarrona), A. sativa (avena blanca), bromas auleticus (cebadilla chaqueña), B. catharticus (cebadilla criolla), Eragrostis cúrvula (pasto llorón), E. lugens, Festuca arundinácea (estuca alta, común en caminos y campos), Lolium multiflorum (raigrás anual), Paspalum dilatatum (pasto miel). Algunas especies son utilizadas en parques y jardines como césped: A. stolonífera, Paspalum paspalodes (gramilla blanca), P. vaginatum (gramilla blanca),

otras como ornamentales: *lagurus ovatus*; caña de castilla (*Arundo donax*) utilizada también para construcciones. Algunas consideradas malezas como *Cynodon dactylon* (gramón, pata de perdiz), *Digitaria sanguinalis* (pasto cuaresma). También se encuentran diversos tipos de leguminosas como alfalfa (*medicago sativa*) considerada la forrajera no gramínea mas importante; distintos tipos de tréboles: *Melilotus albus* (trébol de olor blanco), *M. indicus* (trébol manchado), *M. lupulina* (trébol), *M. mínima* y *M. polymorpha* (trébol de carretilla), *trifolium bonannii* (trébol frutilla), *T. repens* (trébol blanco), *T. pratense* (trébol rojo).

Entre los arbustos y subarbustos se observa la presencia de ejemplares como la retama (*Cytisus monspessulanus*) introducida para cercos; *Discaria longispina* (quinaquina) de aspecto achaparrado, crece principalmente bajo los alambrados, en campos no trabajados y en los médanos; *margyricarpus pinnatus* o “yerba de la perdiz”, arbusto enano muy ramificado, abundante en los suelos arenosos secos y en medanos; “Mora” o Zarzamora” (*rubus ulmifolius*), arbusto apoyante que forma matas robustas; *Ruta chalepensis*, conocida vulgarmente con el nombre de “ruda macho”, subarbusto, cultivado aunque suele hacerse espontánea en sitios rurales; *Solanas malacoxylon* o “duraznillo blanco”, arbusto que crece en lugares bajos e inundables; *S. sisymbriifolium*, “revienta caballos”, subarbusto que crece en lugares húmedos, en campos bajos y en lagunas de receso, especie tóxica para el ganado, *Limpia turbiunata* o “poleo”, arbusto aromático que crece al costado del camino, aisladamente, como especie subespontánea.

No hay representantes espontáneos de los típicos helechos, sin embargo se encuentran dos especies de pteridofitas, *Azolla liliculoides* y *Marsilea concinna*.

Son frecuentes numerosas hierbas como el hinojo (*Foeniculum vulgare*); la cicuta (*Conium maculatum*), hierba tóxica cuyas hojas pueden causar la muerte; ortiga (*Urtica ureas*), hierba ruderal, maleza; la violeta silvestre (*Viola arenensis*), anual, común como maleza en campos trabajados y e huertas; la “acelga salvaje” (*Beta vulgaris*) es la forma salvaje de la especie cuyas formas ciltigenas son la acelga y la remolacha; *Portulaca olerácea* o “verdolaga”, anual, muy abundante en lugares modificados, considerada maleza de mediana importancia en cultivos de verano; “sanguinaria, maleza importante de cultivos invernales y estivales; *Linux sisitassimun* o lino, común junto a los caminos, escapada de los cultivos, “arvejilla”, perenne, en campos húmedos donde forma céspedes densos, buena forrajera natural; “yerba meona”, perenne, rastrera, común en verano en rastrojos; el “berro”, frecuente en los arroyos del partido; “nabo”, anual, maleza muy abundante den rastrojos y terrenos modificados; “diente de león”, muy común en huertas y jardines urbanos; “botón de oro”, anual o plurienal, llega a considerarse una maleza de considerable importancia en campos de pastoreo y cultivos; “manzanilla dulce”, anual aromática; “margarita silvestre”, introducida como ornamental que se ha naturalizado en varias partes del partido, asociada a suelos húmedos; distintas especies de “abrepuños”, consideradas plaga; “yuyo colorado”, ruderal y maleza invasora, declarada plaga de la agricultura, toxica para el ganado; distintas especies de cardos, malezas de pasturas y cultivos de ciclo invernal.

La vegetación en relación a los espejos de agua esta representada por las cortaderas y algún sauce criollo. Plantas acuáticas como “lenteja de agua” asociada con *Azolla filiculoides*, distintas especies del genero *Typha*, conocidas como totoras; diversas especies del genero *Juncos* asociadas a sitios húmedos o anegados. 8C. Villamil y M. Cazzaniga. 1995).

Sobre cercos y alambrados se encuentra una enredadera trepadora llamada vulgarmente pasionaria (*pasiflora coerulea*).

Es importante aclarar que dado que en esta zona es sumamente adecuada para las actividades agrícola-ganaderas por las condiciones edáficas y climáticas antes expuestas, la vegetación pristina prácticamente no existe, habiéndose reemplazado por especies cultivadas (cereales, forrajes, etc.). Hasta 1880 no existía la actividad agropecuaria de manera extensiva, sino que estaba limitada a los alrededores de las poblaciones y solo producían para el abastecimiento de las mismas. Es a partir de esta fecha y como consecuencia de la necesidad de incorporar nuevas tierras para la producción por parte de países europeos, que comienzan a realizarse tareas de tipo agrícola-ganaderas. Son varios los elementos que van a afectar la fisonomía de la vegetación, más allá de la agricultura en si misma: en primer lugar se tiene en cuenta al ferrocarril, ligado desde el principio al destino agropecuario de la región. Las empresas ferroviarias trazaron sus ramales dentro de la zona de aptitud cerealera, favoreciendo las actividades agrícolas donde aun no se habían desarrollado. Este aumento de superficie cultivada trajo la necesidad de importar semillas para cultivo y junto con ellas, malezas, muchas de las cuales se asilvestraron.

Otro factor perturbador de la urbanización a causa de la necesidad de mano de obra capacitada en labores agrícolas. Nuevas modalidades de perturbación se producen en la actualidad: uso de herbicidas y pesticidas, sobrepastoreo, recolección intensiva de especies silvestres de interés económico (medicinales, textiles), grandes obras de ingeniería, etc. (de Luchi – Correa, 1991).

Respecto a la flora arbórea es característica la presencia de diversos tipos de eucaliptos; *Myosporum laetum* o “transparente”, árbol de madera blanda, cultivado para cercos en toda la Costa Atlántica, “tala”, árbol muy ramificado formando poblaciones numerosas cerca de Claromecó, así como algunas especies coníferas.

La ciudad de Tres Arroyos se halla forestada con diversas especies. A pesar de no existir un relevamiento de dicha flora arbórea, se pueden enumerar las siguientes especies: “almez”, “olmo”, “arce”, “plátano”, “acacia bola”, “hacer campestre”, “acacia blanca”, “acacia negra”, “seibo”, “limpiatubos”, citrus (naranjos, limoneros), “robinia rosa”, “acacia de Constantinopla”, “abedul”, “cedro”, “árbol de Judea”, “ciruelo en flor”, “ciruelo japonés”, “crespón”, “fresno americano”, fresno dorado”, “aliso de América”, “tilo”, “sauce”, “jacarandá”, “laurel en flor”, “nogal”, “ligustro disciplinado”, “ciprés”, “paraíso”, “palo borracho”, “palmera”, membrillero (Dirección de Paseos y Jardines de la Municipalidad de Tres Arroyos, 1996).

La flora circundante a la planta de la fabrica Vizzolini, se encuentra constituida por fresnos y acacias, los que en general caracterizan a la ciudad de Tres Arroyos, palmeras en la entrada y salida de la fabrica, naranjo, seibo, y en la zona lindera a las vías del ferrocarril General Roca vegetación del tipo de las gramíneas, tréboles, diente de león, y manzanillas.

1.5.2. Especies aprovechables: se consideran de interés por su valor económico como forrajeras a las siguientes especies de gramíneas autóctonas: Bromas sp, Lolium sp, paspalum sp, y Agropyrum sp, y al junco sp por su valor para las actividades de cestería (FVSA, 1990).

1.5.3. Especies raras y en peligro: de acuerdo a un informe de la Fundación Vida Silvestre Argentina se consideran amenazadas una especie de Leguminosa y una iridácea cuyos nombres científicos son Astragalus argentinus y capella wolffhuegeli respectivamente (FVSA, 1990).

De acuerdo a un estudio becado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y amenazadas o en peligro de extinción: Stipa torquita, Agrostis platensis (hierba perenne hallada en las márgenes del arroyo Claromecó) amenazada por reducción del hábitat; Melica parodiana (hallada cerca de Claromecó); Muhlenbergia asperifolia (hierba perenne, de lugares bajos, húmedos, salinos, en la zona de Orense); Nothoscordus bivalve; Adsmia punctata (hierba perenne rastrera); polygala pulchella (hierba anual, vive en lugares poco alterados); geranium melanopotamicum (planta perenne, frecuente en suelos sueltos y poco alterados); opuntia vulgaris (arbusto de hojas pequeñas, común en lugares abandonados); Solanas jasminoides (arbusto de flores azuladas amenazada por reducción del hábitat, Stevia multiristata (arbusto perenne, de tallos erectos, asociada a sitios altos secos y calcáreos); senecio quequensis (hojas carnosas, especie endémica de la costa atlántica bonaerense) amenazada por reducción del hábitat, Senecio leucopeplus; Micropsis australis (hierba anual de tallos rastreros, endémica del sur de la provincia de Buenos Aires, asociada a suelos sueltos); Baccharis divaricada (especie endémica del litoral sur de la Pcia. De Buenos Aires, en las dunas litorales del partido de Tres Arroyos); Baccharis triangularis (endémica del sur de Buenos Aires).

1.5.4. vegetación natural y cultivada: la vegetación natural y cultivada ha sido diferenciada en el punto 1.5.1 correspondiente a diversidad de la vegetación, en la cual se discriminan las especies de la flora primitiva el partido de Tres Arroyos y aquella que son producto de la acción del hombre, fundamentalmente los ejemplares de árboles que han sido forestados en la ciudad de Tres Arroyos, asimismo deben ser considerados los cereales cultivados que caracterizan a las actividades agrícolas de la zona(trigo, girasol, fundamentalmente, además maíz, avena, mijo, soja).

1.5.5. Especies dañinas: se consideran dañinas o perjudiciales aquellas especies que se comportan como malezas afectando a los cultivos que revisten interés económico. Así, se hallan, entre otras: ortiga, hierba ruderal, la violeta silvestre, anual, común como

maleza en campos trabajados y en huertas; *Portulaca* o “verdolaga”, anual, muy abundante en lugares modificados, considerada maleza de mediana importancia en cultivos de verano, “sanguinaria”, maleza importante de cultivos invernales y estivales; “nabo”, anual maleza muy abundante en rastrojos y terrenos modificados; *Senecio* o “botón de oro”, anual, o pruriel, llega a considerarse una maleza de considerable importancia en cultivos y campos de pastoreo; distintas especies de “abrepuños”, *Centaurea* sp, considerada plaga de la agricultura; *Amaranthus* o “yuyo colorado”, ruderal y maleza invasora, declarada plaga, tóxica para el ganado; distintas especies de cardos (gen *Cardus* y *Carthamus*) malezas de pasturas y cultivos de ciclo invernal. (C. Villamil y M. Cazzaniga. 1995).

1.6. Fauna

1.6.1. Diversidad: respecto de este recurso se pueden enunciar una cierta variedad de animales, correspondientes a las clases mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, y diversos grupos de invertebrados, muchos de los cuales presentan interés económico. Dentro de los mamíferos se observa la presencia de ejemplares de Zorro gris; liebre europea,; vizcachas, coipos,; carpincho; gato montes; gato cajero; rata o ratón pardo, cosmopolita; laucha, cosmopolita; ratón campestre; rata de campo; tuco-tuco; peludo; hurón; zorrino común; cuis; comadreja overa; ciervo de los pantanos, venado gamo; mulita; pichi ciego (Marelli).

Dentro de la clase Reptilia encontramos ofidios como la yarará Ñata o de la Cruz cuya mordedura suele ser alarmante por los efectos nocivos de su veneno. También se observan ejemplares de la falsa yarará y de la serpiente de las vizcacheras. Hacia la zona costera se observan distintos tipos de saurios, conocidos vulgarmente como lagartijas. (Jefatura de recursos naturales y Medio Ambiente de la Municipalidad de Tres Arroyos, 1994).

Distintos tipos de ranas (rana criolla, ranita de colores, ranita cantora, rana toro) y sapos (*bufo* sp) constituyen la fauna de Anfibios, asociadas a los espejos de agua.

En los arroyos es frecuente encontrar bagres, dientudos, mojarras y chatitas, en los arroyos caudalosos y ríos habitan pejerreyes, bagres, y dientudos, avistándose en la zona de la desembocadura algunas especies marinas, mientras que en las lagunas, además de los individuos ya nombrados, se hallan carpas y plateaditas. (Jefatura de recursos y medio Ambiente de la Municipalidad de Tres Arroyos, 1994)

Los invertebrados son numerosos y diversos, encontrándose moluscos, artrópodos con una variedad de insectos, crustáceos, miriápodos y arácnidos. También encontramos variedad de anélidos (lombriz) asociados a la riqueza del suelo.

El grupo de las aves es el que cuenta con mayor información disponible, ya que existen algunos estudios de carácter sistemático realizado en la zona. Así se enuncian especies como ñandú, perdiz colorada, martineta común, macá plateado, macá común,

macá pico grueso, huala, bigua, cormorán real, fragata, chiflón, albatros, cigüeña americana, flamenco austral, chajá, cisne de cuello negro, cauquén colorado, cauquen real, cauquen común, las tres especies de cauquen de hábitos migratorios y consideradas dañinas, petrel, garza mora, garza blanca, garcita blanca, garcita bueyera, garcita azulada, garza bruja, cuervillo de cañada, bandurria común de hábitos migratorios, espátula rosada, tero común, pato barcino, pato overo, pato gargantilla, pato maicero, pato capuchino, pato colorado, pato cuchara, pato picazo, pato zambullidor chico, pato cabeza negra, pato cuchara, jote negro, jote cabeza colorada, milano blanco gavián mixto, gavián ceniciento gavián planeador, águila mora aguilucho andino, aguilucho langostero, carancho, chimango, halcón aplomado, halconcito colorado, gallineta común, gallareta de ligas rojas, gallareta chica, gallareta escudete rojo, diversos tipos de chorlos de hábitos migratorios, chorlitos de collar, chorlito pecho colorado, chorlo pampa, chorlito semipalmado, chorlo cabezón, chorlito doble collar, loro barraquero, cotorra, batitú de hábitos migratorios, becasa de mar, pitotoy chico, pitotoy grande, pitotoy solitario, todos ellos de hábitos migratorios, sobre la costa diversos tipos de gaviotas, gaviotines, paloma manchada, y picazurú.

1.6.2. Especies en peligro de extinción: La fundación Vida Silvestre Argentina ha realizado un relevamiento para determinar las especies de vertebrados que presentan algún tipo de peligro. De este modo se las clasificó en diferentes categorías según la situación de sus poblaciones. El Gato Montes y el Carpincho son especies comercialmente amenazadas, es decir que sus poblaciones peligran a largo plazo, como consecuencia del aprovechamiento comercial descontrolado e insostenible. El Pichi ciego se considera vulnerable se encontrara el peligro si continúan los factores de extinción. El Zorro Gris es también vulnerable. El Ñandú esta también comercialmente amenazado al igual que el Cauquen Colorado. Según la Municipalidad de Tres Arroyos en estudios realizados, la Perdiz Copetona, Lechuza de las Vizcacheras, el Zorro de Agua, el Zorzal, el Cardenal son especies en peligro de extinción.

1.6.3 Especies Introducidas: Respecto a las clases de Aves, la Paloma Domestica (*Columba livia*) Gorrión (*Passer Domestcus*) y el Verderón (*Carddhuelis chloris*). Entre los mamíferos exóticos esta la Liebre Europea (*Lepus europaeus*), Chancho cimarrón (*Sus scrofa*), el Ciervo (*Axis axis*)

1.6.4 Especies Dañinas: según la Fundación Vida Silvestre Argentina, se consideran especies problema por los daños agrícolas que producen las siguientes aves: Patos (*Anas sp*), Cauquenes (*Chloephaga sp*), Chaja (*Chauna Torquita*), Palomas (*Columba sp* y *Zenaida sp*) Cotorra (*Myopsitta monachus*) y Loro Barranquero (*Cyanoliseus patogonicus*).

1.6.5 Especies aprovechables: Distintos tipos de animales pueden resultar de interés para la producción o comercialización. Así consideramos a la rana Criolla (*Leptodactylus ocelatus*) de interés para alimento, la Perdices, Patos y palomas para alimento, el Cauquen para la caza, el Ñandú por sus plumas, huevos, carne y cuero. La Cotorra, el Loro Barranquero, Cabecita Negra y Tordo Renegrado para mascotas. La

Comadreja overa y el Zorro Gris por su piel. La Vizcacha, la liebre europea y el Coypo por su piel y carne y algunos Ciervos para la caza y por su carne.

1.7 Paisaje:

1.7.1 calidad paisajística: Características intrínsecas: La planta de la fabrica Vizzolini se ubica en una zona netamente urbanizada, rodeada de edificaciones residenciales, de tipo chalet californiano, viviendas tipo cajón y la típica casa con zaguán. No se observan edificios de gran altura. En la zona lateral este se encuentran las vías del ferrocarril, espacio que mantenido prolijamente se introduce como un elemento verde en la totalidad del paisaje urbano. En la zona posterior se ubica una antigua y tradicional fabrica de fundición.

1.7.2 Calidad visual del entorno inmediato: La Avda. Moreno, una de las calles que limita la planta fabril, permite una visión amplia de distintos sectores de la ciudad, por el oeste el centro comercial, la plaza principal y la Municipalidad. Se alcanzan a visualizar algunos edificios correspondientes al radio céntrico, ubicado a 6 o 7 cuadras. Así mismo se hallan instalados numerosos comercios dedicados a diferentes rubros. Hacia el este se visualiza la estatua a la Libertad, que indica el comienzo de una de las avenidas de circunvalación de la ciudad, que lleva el mismo nombre.

1.7.3 Calidad paisajística- características del entorno:

1.7.3.1 Topografía: La ciudad de Tres Arroyos se caracteriza por estar emplazada en una llanura ligeramente ondulada, en la cual no se observa diversidad morfológica. Las principales vistas panorámicas corresponden a las zonas hidrológicas, tanto arroyos como lagunas, destacándose también la belleza de la zona costera. De igual modo son de interés paisajístico, tanto por la belleza natural como por interés tradicional, las estancias del partido.

1.7.3.2 Vegetación: la flora característica es una estepa o pseudo estepa gramínea, destacándose también diversos matorrales herbáceos y formaciones arbóreas que se destacan en la visual achatada de la llanura. La diversidad específica comprende tanto individuos perennes como caducos, de forma tal que durante el otoño y el invierno ciertas especies (plátanos, fresnos, etc.) presentan un aspecto desnudo producto de la caída de sus hojas. Es importante considerar que, dado que esta zona es característicamente agrícola, la vegetación cultivada es la predominante y los distintos tipos de cultivos le dan una mezcla de tonalidades muy particulares a los campos de la región.

1.7.3.3 Agua: El partido de Tres Arroyos esta atravesado de norte a sur por tres arroyos que nacen en lagunas de partidos vecinos. Los tres confluyen constituyendo el arroyo Claromecó que desemboca en el Océano Atlántico y es alimentado por las

precipitaciones pluviales. Tienen características de arroyos de llanura, con escasa profundidad en el curso superior, aumentando paulatinamente hacia el sur. Tanto los arroyos como las lagunas presentan vegetación típicamente hidrófila constituida por juncos, hierbas de agua y algunas introducidas por el hombre como tamariscos, sauces, álamos, etc. La importancia paisajística que brindan este conjunto de cursos y espejos de agua reside en su belleza perceptible y en la posibilidad de realizar diversas prácticas deportivas como pesca, canotaje, supervivencia, ski, etc.

1.7.3.4 Singularidad: A solo 5 km de la ciudad de Tres Arroyos, se encuentra el Yacimiento Arqueológico de Arroyo Seco, que toma su nombre del brazo norte de los tres arroyos. en este sitio de importancia y reconocimiento, internacional, se han hallado 33 esqueletos humanos en perfecto estado de conservación con una antigüedad de 6000 años A.C. además se hallaron restos de Adelomedon (caracol marino), restos de caballos americanos salvajes, de Toxodontes y Paleolamas (guanacos que habitaron esta llanura)

1.7.3.5 Naturalidad: el paisaje de la zona se caracteriza por ser sumamente modificado por la acción del hombre ya que la principal actividad regional son las practicas agrícola ganaderas, sin embargo se observan zonas como la ribera de arroyos y lagunas que se mantienen sin modificar.

1.7.3.6 Interés histórico: en la zona circundante a la ciudad se encuentra el yacimiento arqueológico mencionado anteriormente. Además se ubican de norte a sur una serie de fortines Fortín machado, Fortín Tapera de sabino, Fortín de las Horquetas, Fortín de la Costa, Fortín Buenos Aires, Fortín Libertad, Fortín argentino y Fortín Marcos Paz.

En la ciudad encontramos una serie de edificios declarados de interés histórico como la Iglesia Nuestra Señora del Carmen, Sociedad Italiana de Socorros Mutuos, Banco Comercial de Tres Arroyos, y el Palacio Municipal. La iglesia es de estilo Neo-Gótico y la Municipalidad el clásico eclecticismo de principios del siglo XX. El edificio de la Sociedad italiana presenta un estilo que se corresponde con la corriente Italianizante con sus características cornisas triangulares y semicirculares, sus columnas cuadradas sobresaliendo ligeramente de la pared, los capiteles de órdenes clásicos y la barandilla en la parte superior del frente.

El Museo de Bellas Artes presenta una fachada que responde a los cánones del Renacimiento Italiano. También esculturas y monumentos ubicados en diversos paseos como Monumento Ecuestre a san Martín, monumento a los Inmigrantes, Monumento a la Madre, Busto a Eva Duarte de Perón, Monolito del 75 aniversario, mástil de la Bandera, Pino Histórico de san Lorenzo, Mural de Quinquela Martín, Estatua de la Libertad, Estatua de la Fundación de Roma, Estatua del Bombero, Monumento a los caídos en Malvinas, Monumento a Quemes, Monumento al Agricultor.

La ciudad además cuenta con pulperías y almacenes esquina de campo.

6.2 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales

La evaluación de los impactos significativos se basó en el desarrollo de esta matriz de evaluación con los siguientes resultados:

- Afectación de Flora
- Emisión de Gases
- Afectación de Recursos Hídricos (subterráneo y superficial)
- Emisión de Olores
- Contaminación Visual

El criterio seguido en dicha matriz fue marcar en color rojo los aspectos negativos y en verde los aspectos positivos.

Dentro de los aspectos negativos se clasificaron en Significativos y Emergencia. Estos últimos son aquellos que sólo pueden surgir en una situación incontrolada o en consecuencia de un accidente.

Para determinar la significancia de los aspectos se elaboraron los análisis que aparecen en el **Anexo 3**. Básicamente la significancia se determina a través del análisis de la probabilidad y la gravedad, es decir, se analiza la probabilidad de que el hecho ocurra y en función de eso se asocia un valor numérico con el siguiente criterio:

- 1: Improbable
- 2: Remoto
- 4: Ocasional
- 8: Muy Probable

De igual forma se analiza la gravedad y se le asocia el siguiente criterio numérico:

- 1: Insignificante
- 2: Dañino
- 4: Crítico
- 8: Catastrófico

Luego se hace el producto de ambos aspectos (probabilidad x gravedad) y si el resultante es mayor de 18 se considera significativo. Esto obliga a desarrollar aspectos de control a los efectos de minimizar la aparición del impacto o minimizarlo.

6.3.- Sistemas de Gestión

A los efectos de lograr un desarrollo organizado es conveniente llevarlo a cabo a través de un Sistema de Gestión.

Esto le permitirá al Municipio la implementación no solo organizada del proyecto sino también el aseguramiento de la sistematización de las actividades que deben repetirse en el tiempo. Otro aspecto importante es el de la comunicación organizada hacia la comunidad como así también el tratamiento de sus reclamos y quejas; teniendo en cuenta lo delicado del tema esto no es un aspecto menos importante.

Este tipo de Sistemas puede realizarse tomando como base normas internacionales reconocidas que luego pueden ser certificadas, como lo son las conocidas normas de la serie ISO 9000 para Calidad, serie ISO 14000 para Medio Ambiente y la OHSAS 18001 en lo que respecta a Seguridad y Salud Ocupacional. Estos referentes han sido utilizados por millares de empresas en el mundo y son reconocidos por la comunidad, principalmente en lo que respecta a ISO 9000.

Si bien la certificación tiene un costo este es relativo frente al beneficio que trae la propia certificación. En principio y a grandes rasgos los beneficios son dos. Por un lado tenemos el relacionado con el certificado emitido por el ente certificador, este tipo de documentos nos permite mostrar ante la comunidad y ante quien lo solicite que una tercera parte entrenada para este tipo de actividades ha evidenciado que cumplimos con los requerimientos del estándar seleccionado, este hecho no es menos importante porque el ente certificador asume el papel del veedor que da fe de que cumplimos con lo que decimos que hacemos y en consecuencia con los requerimientos de la norma. Para que esto tenga la validez que le queremos dar es imprescindible la selección de un ente certificador reconocido y cuyas exigencias nos permitan crecer.

Por otro lado el hecho de estar certificado le implica a la empresa visitas anuales o semestrales por parte de personal del ente certificador para realizar auditorias donde se constata que la empresa sigue aplicando las metodologías definidas, que sigue respetando los requerimientos de la norma y que ha mejorado respecto de su situación anterior. Esto nos somete a un ejercicio permanente de mantenernos en regla y respetar de forma permanente lo que definimos y por otro lado nos obliga a buscar y generar acciones de mejora. Si bien esta actividad es asumida como un examen es un buen ejercicio para mantenerse dentro de los lineamientos establecidos.

Haciendo un análisis crítico del proyecto en particular, si bien la ISO 9000 es la más conocida en este caso sería la menos crítica. Por lo tanto, e incluso estableciendo una estrategia de implementación general, sería conveniente la implementación de las normas ISO 14001 y OHSAS18001 dado que tratan temas de mayor impacto en este tipo de proyecto.

También se recomienda la realización de un Sistema Integrado que abarque todas las normas a implementar dado que como todas ellas tienen puntos en común, esto reduciría la generación de documentos y permitiría la implementación de un sistema más sencillo.

De decidirse la implementación de sistemas de gestión los pasos a seguir serían los siguientes:

1. Hacer un diagnóstico inicial de la empresa.
Escoger al grupo de trabajo y sus líderes
Elaborar el plan general de implementación
2. Asesoramiento en la realización y búsqueda de la política ambiental adecuada.
3. Establecimiento de los objetivos y metas ambientales, así como del establecimiento de indicadores de desempeño de los mismos.
4. Realización de los procedimientos ambientales, del manual de gestión ambiental y hacer una revisión documental adecuada.
5. Implementación del sistema de gestión ambiental, en donde se asesorará y elaborará un plan detallado para su correcta implementación.
6. Cumplimiento legal: Identificación de legislación ambiental aplicable a los procesos y su continua actualización.
7. Identificación de aspectos e impactos ambientales en los que la empresa tiene incidencia directa.
8. Al haber identificado los impactos se deberán tener en cuenta los posibles causantes de emergencias ambientales. Su desarrollo dará las pautas para elaborar los planes de respuesta y mitigación.
9. Controles operativos de los impactos ambientales significativos.
10. Implementación y operación del SGA en donde se emitirán
 - roles y responsabilidades
 - se dará capacitación y concientización ambiental del personal.
 - Desarrollo de los sistemas de comunicación (interna y externa).
 - Establecimiento de la documentación pertinente y su control, estos deben ser:
 - a. Política
 - b. Manual del SGA
 - c. Procedimientos generales
 - d. Procedimientos operativos
 - e. Instrucciones de trabajo y operativos
 - f. Registros.
 - g. Control de registros
 - h. Control de documentos
 - Preparación para la contingencia y respuesta: Procedimientos documentados para identificar y responder a accidentes y emergencias ambientales.
11. Acciones Correctivas
12. Monitoreo y evaluación:
 - del SGA,
 - de emisiones al aire,
 - de efluentes de la planta de tratamiento,
 - de la generación de residuos,
 - Se deberán mantener registros de todos los monitoreos.
 - Procedimientos para asignar responsabilidades y autoridad para manejar e investigar incidentes, accidentes y no conformidades. Estas deberán mitigarse corregirse y prevenirse
 - Auditorias externas y capacitación de auditores internos.

- Revisión por la dirección
- 13. Examen de Gerenciamiento
- 14. Certificación
- 15. Mejora Continua

Las ventajas que le traería a la empresa implementar y certificar el SGA serian:

- Se tendrá un mayor beneficio económico ya que se tendrá mayor eficiencia en el uso de los recursos.
- Cumplir de forma estricta la legislación ambiental vigente, disminuyendo la exposición de la Empresa a conflictos.
- Conocer mejor los procesos productivos
- Preparar a la empresa para afrontar contingencias ambientales.
- Desarrollar un método para demostrar que se cumple con el SGA sea para un tercero o un cliente
- Diferenciarse competitivamente en el sector.
- Permitiría declarar públicamente que la Empresa cumple con toda la legislación ambiental
- Fortalecer y mejorar los canales de comunicación interna y externa.
- Construir trabajadores con conciencia y ética ambiental.

Sistema Integrado de Gestión de Seguridad y Salud y Medio Ambiente

1. Escoger al grupo de trabajo y sus líderes
Elaborar el plan general de implementación
2. Asesoramiento en la realización y búsqueda de la política prevención
3. Establecimiento de los objetivos y metas de prevención, así como del establecimiento de indicadores de desempeño de los mismos.
4. Realización de los procedimientos de prevención de accidentes, del manual de SSO y hacer una revisión documental adecuada.
5. Implementación del sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional, en donde se asesorará y elaborará un plan detallado para su correcta implementación.
6. Cumplimiento legal: Identificación de legislación aplicable a los procesos y su continua actualización.
7. Identificación de peligros y riesgos que pudieran traer consigo daños a maquinaria, lesiones o pérdidas de operarios y trabajadores
8. Al haber identificado los peligros y riesgos se deberán tener en cuenta los posibles causantes de emergencias. Su desarrollo dará las pautas para elaborar los planes de respuesta y mitigación.
9. Controles operativos de los riesgos más significativos.
10. Implementación y operación del SGMASO en donde se emitirán
 - roles y responsabilidades
 - se dará capacitación y concientización en seguridad y salud ocupacional; (aunque no de forma obligatoria, esto se hará si la empresa lo quiere realizar) del personal el entrenamiento tiene que abarcar a todos los empleados (administrativos y operativos), y la protección personal brindada al ingreso al centro de trabajo. Los temas serán desarrollados de acuerdo a los riesgos presentes en el trabajo a realizar y cubrirían aspectos tales como:
 - Identificación y manejo de riesgos.
 - Usos de equipos de protección personal
 - Procedimientos de seguridad específicos
 - Emergencias.
 - Desarrollo de los sistemas de comunicación interna, Ej.: quejas del personal.

- Establecimiento de la documentación pertinente y su control, esta debe ser:
 - a. Política de prevención
 - b. Manual del SGMASSO
 - c. Procedimientos generales
 - d. Procedimientos de trabajo, desarrollados para aquellos puestos en los cuales el riesgo existente lo aconseja
 - e. Instrucciones de trabajo y operativos
 - f. Legislación y normativa de referencia
 - g. Plan en caso de emergencias
 - h. Registros
 - i. Control de registros.
 - j. Control de documentos
 - Preparación para la contingencia y respuesta: Procedimientos documentados para identificar y responder a accidentes y emergencias.
11. Acciones Correctivas
 12. Monitoreo y evaluación:
 - del SGMASSO,
 - de equipo de protección personal
 - sistemas de información
 - infraestructura
 - ambientes de trabajo
 - Salud el personal
 - de emisiones al aire,
 - de efluentes de la planta de tratamiento,
 - de la generación de residuos
 - Registros de todos los monitoreos.
 - Procedimientos para asignar responsabilidades y autoridad para manejar e investigar incidentes, accidentes y no conformidades. Estas deberán mitigarse corregirse y prevenirse
 - Auditorias externas y capacitación de auditores internos.
 - Revisión por la dirección
 13. Examen de Gerenciamiento
 14. Certificación
 15. Mejora Continua

Para la implementación del Sistema Integrado se han desarrollado algunos aspectos, los más críticos que se anexan para este proyecto.

Como habíamos recomendado más arriba las dos normas que sería conveniente desarrollar inicialmente son la ISO 14001 para Medio Ambiente y la OHSAS 18001.

En lo que respecta a la Norma ISO 14001 los pilares fundamentales son la definición de aspectos e impactos y la identificación de los requisitos legales aplicables.

Los requisitos legales han sido detallados en el punto 3 de este trabajo.

En lo que hace a aspectos e impactos se analizan en los **Anexos 1 y 2**.

Dos definiciones son básicas para establecer Sistemas de Gestión Ambientales estos son:

- Aspecto Ambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.
- Impacto Ambiental: cualquier cambio en el ambiente, adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.

Por lo tanto se identificaron los aspectos e impactos para el basural a cielo abierto (**Anexo 1**) y para el proyecto de tratamiento integral de residuos (**Anexo 2**).

En lo que respecta a Seguridad y Salud Ocupacional los pilares son los requisitos legales y la identificación de riesgos.

En tal sentido se adjunta en el **Anexo 4** la matriz de riesgos correspondientes al basural a cielo abierto y el **Anexo 5** el correspondiente al proyecto de tratamiento integral de residuos.

En estos casos los riesgos se analizaron si pueden aparecer en actividades rutinarias, no rutinarias y de emergencia.

Por cada riesgo identificado en las matrices se elaboraron los correspondientes Identificación de Peligro y Evaluación del Riesgo (IPER) que se adjuntan en el **Anexo 6**. Esto se lleva a cabo a los efectos de clasificar los riesgos a fin de tomar acción sobre los más significativos.

Para determinar la significancia se utiliza un criterio similar al de aspectos e impactos ambientales, analizando la probabilidad y la gravedad. Aquellos que son categorizados como significativos deben ser controlados a través de uso de elementos de protección personal, instructivos, mediciones, capacitaciones y entrenamiento del personal, etc., a fin de disminuir la probabilidad de que ocurran o minimizar su impacto.

Por lo tanto los aspectos abordados si bien son los más críticos serían los iniciales para el desarrollo de un sistema de gestión que daría muchas ventajas al Municipio y le permitiría el manejo del proyecto de una forma más simple y apuntando a los aspectos que le interesan, que le dan mejores resultados y que le permitirían reducir costos (de manejo, de multas, etc.).

7.- Evaluación financiera del proyecto

7.1 DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS PARA BIOTRATAMIENTO

Costos directos e indirectos del producto

La estructura de costos del proyecto se resume en los siguientes cuadros que constituyen la base de cálculo de las proyecciones de los flujos de fondos.

Al proyectarse dos escenarios alternativos: Escenario A: Empresa sin emisión de CERs y Escenario B: Empresa con emisión de CERs, la estructura de costos difiere entre ambos escenarios por la inclusión de gastos de monitoreo para emisión de CERs y aumento del costo de materia prima por pago de estiércol, ambos a computar solo en el Escenario B.

A. FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO

Evaluación financiera y económica del proyecto mediante proyección de flujo de fondos bajo escenarios alternativos.

Las hipótesis de trabajo para el cálculo del Flujo de Fondos proyectado son las siguientes:

Gastos:

Costo de estiércol: si bien está previsto que los Feed lots provean el estiércol sin costo, aún así computamos un costo de traslado de esta materia prima para el Escenario A. En el Escenario B a este costo le añadimos un costo por pago del estiércol a los feed-lots que consiste en un pago del 20% de lo que le saldría al dueño del feed-lot la disposición de los residuos en el CEAMSE.

Si bien, en la actualidad no están obligados por ley para disponer de estos residuos se prevé que en un futuro cercano sí lo estén, por ello tomamos como proxy al valor de disposición para residuos agroindustriales no especiales en el CEAMSE.

Gasto en gasoil: se utilizará combustible tanto para el uso del tractor como para la camioneta. Si consideramos que la camioneta consume 12 litros de gasoil cada 100 Km. recorridos y al mismo tiempo se estiman recorrer 1.000 km. por mes. Por lo tanto la camioneta consumirá unos 120 litros mensuales de combustible que a un valor de \$1,50 el litro, el total sería de \$180 mensual.

Por otra parte el tractor consume 20 litros de gasoil cada 100 km recorridos. Si consideramos que en el mes hace 100 km, ya que solo se moverá dentro de la planta cargando y descargando material (ver proceso productivo), el total del gasto sería de \$30.

En conclusión bajo el concepto de gasto en combustible el total asciende a \$210 mensuales.

Gasto electricidad: considerando la categoría 2 cuyo consumo se encuentra entre 10 Kw a 50 Kw, dado los picos de mayor consumo de energía en los momentos de arranque de los motores, existe un costo fijo aproximado de \$90. Asimismo el costo del Kw hora es de \$0,0622. Calculando el consumo total según equipamiento requerido para el funcionamiento de la planta procesadora **el gasto mensual asciende a \$360.**

Gasto de mano de obra: tomando la estructura operativa necesaria para el funcionamiento de la empresa y sobre la base de salarios según convenio, el gasto total mensual por este concepto es de \$8.460 incluidas las cargas patronales.

Gastos de monitoreo para emisión de bonos CERs: se estima que los gastos para poder emitir los CERs estarán en el orden de \$1.000 mensuales.

| MANO OBRA | CANTIDAD | SALARIO MES |
|-----------------|----------|-------------|
| MAQUINISTA | 1 | 700 |
| GERENTE GRAL | 1 | 2000 |
| ENCARGADO | 1 | 830 |
| PEON GRAL | | 630 |
| SUP CALIDAD | 1 | 1500 |
| LABORATORISTA | 1 | 1500 |
| ADMINISTRATIVO | 1 | 800 |
| CONTADOR | 1 | 500 |
| TOTAL MO | | 8460 |

Ingresos:

Para la estimación de los ingresos tomamos como referencia, la cantidad estimada surgida del Estudio de Mercado realizado en la zona de influencia donde se tiene previsto comercializar la producción.

En función de los resultados de dicho estudio, en la zona de influencia existen 300 establecimientos, de los cuales la mitad son considerados “importantes” entendiéndose por ello a los establecimientos con una dimensión de entre 10 y 20 ha.

Para el cálculo de la cantidad demandada consideramos:

- Que el requerimiento promedio de un establecimiento “importante” es de 4,5 tn por temporada (agosto-diciembre/enero y marzo);
- Que un 40% del total relevado manifestó intención de compra del producto ofrecido, luego de realizar pruebas.
- Que fuera de la temporada se produce una abrupta caída en la demanda;
- Que además de la venta de compost se prevé el ingreso por emisión de certificados de disposición final y emisión de CERs.

Con respecto al ítem d) según se trate del Escenario A o B este importe difiere.

Bajo el Escenario A se computan ingresos por el cobro de emisión de certificados de disposición final pero no por emisión de CERs mientras que bajo el Escenario B los ingresos anteriores desaparecen y aparecen los ingresos por emisión de CERs.

En cuanto a los precios:

- Para el compost a granel estimamos un valor promedio entre \$30 y \$80 por tonelada según información relevada.
- Para la emisión de los certificados de disposición final computamos un valor de \$ 19,5 la tonelada; que según información relevada es un valor similar a la que se pagaría si la disposición de este tipo de residuos se hiciera en el CEAMSE;
- Para los bonos CERs un valor estimativo según tablas específicas de €22,5 la tonelada según información relevada en el sitio web: www.pointcarbon.com.
- Para la conversión de valores en euros tomamos un tipo de cambio de \$/€=3,6 que es el vigente a la fecha de realización del presente informe.

Para las proyecciones consideramos un escenario conservador con tasas de crecimiento interanuales que se presentan en el siguiente cuadro:

Sobre la base de la información precedente en cuanto a inversiones iniciales requeridas para poner en marcha el proyecto, la estructura de costos y la estructura de ingresos proyectamos el estado de resultados y flujo de fondos del proyecto, primero para el Escenario A: Empresa sin emisión de CERs y luego para el Escenario B: Empresa con emisión de CERs.

7.2 Esquema de Costos para la Gestión Integral de RSU

En el Anexo 4 del Capítulo 4 se detalla la estructura de costos e ingresos considerando que se van a construir y operar las siguientes instalaciones en un mismo predio que será cedido por la Municipalidad:

- . Planta de Segregación
- . Relleno Sanitario
- . Planta de Compostaje
- . Biodigestores

Se tiene en cuenta también el costo de cierre del basural a cielo abierto.

Los principales costos corresponden a:

- . El movimiento inicial de tierra para la construcción del relleno
- . La construcción de los drenajes del relleno
- . La geomembrana del relleno
- . El equipamiento necesario para la operación del relleno y la planta
- . Los pozos de monitoreo de aguas subterráneas
- . La Planta de Tratamiento de Lixiviados
- . El equipamiento para aprovechamiento o incineración del gas del relleno
- . El cierre del basural a cielo abierto

8.- CONCLUSIONES

Instrumentos Técnicos

- Construcción de Infraestructura para la Disposición, Segregación y Tratamiento de los RSU (esto incluye el cierre del basural a cielo abierto):

La instalación de plantas de segregación ha logrado, aún con las soluciones más sencillas, disminuir considerablemente la ocupación de territorio municipal por la instalación de los vertederos, así como mejorar el manejo de los existentes. Por otro lado, en los casos de plantas de segregación más desarrolladas, se consiguen además ingresos que, aunque no alcanzan para producir ganancias, disminuyen los costos de la disposición final de los RSU.

El uso de biodigestores y la actividad de compostaje disminuyen la fracción de orgánicos a disponer en el relleno que es la principal fuente de generación de gases en el mismo.

El vertedero es una solución con mucho más control y menor impacto ambiental que el basural a cielo abierto. No es rentable si solo se utiliza para la disposición de RSU del Municipio. En ese sentido el financiamiento externo necesario para implementar el proyecto puede llegar a requerir la regionalización de la disposición de RSU. Es fundamental realizar una caracterización inicial de los RSU del Municipio antes de que el proyecto se ponga en marcha.

- Reducción en origen de los residuos en el sector comercial y residencial e institucional: Se debería desarrollar una estrategia para este instrumento cuando se optimice la separación en origen y se logre una concientización de la comunidad. La implementación de un plan de compra y gestión de recursos a nivel municipal debería ser parte de esta estrategia.
- Clasificación y recolección diferenciada / reciclado: Se propone la separación húmedo seco como sistema inicial de separación mas apropiado para la situación actual del municipio
- Tratamiento de biosólidos de feedlots: Existe una necesidad de disponer los residuos agroindustriales (feedlots e industriales) y hay una inminente legislación que afectara a esta actividad. Este tratamiento mitigara la sobreexplotación del suelo por monocultivos. En base a los estudios realizados en áreas de similares características es factible la implementación de este tipo de tratamiento en el Partido de Tres Arroyos.

Instrumentos Financieros

- Fuentes alternativas de financiamiento para las inversiones en proyectos para la gestión de RSU: Hay un marco en el cual el municipio se puede insertar para poder desarrollar la gestión integral de sus residuos que es el ENGIRSU y en el que se puede lograr obtener una asistencia financiera y económica para llevar adelante su plan. Esto debe ser complementado con los recursos propios del municipio como son el cobro de tasas o a través de fondos de coparticipación para lograr la sustentabilidad del proyecto

Instrumentos relacionados a la Comunicación

- Definición de una estrategia de comunicación para lograr una participación creciente de la comunidad y la construcción de consenso público: Un aspecto determinante para la implementación del proyecto es lograr la participación de la comunidad en la gestión de RSU sin la cual el éxito del proyecto no puede ser garantizado. Esta participación depende de la eficaz implementación de la estrategia de comunicación desarrollada.

9.- Listado de los ANEXOS

- Anexo I.1:** Descripción Básica de los Posibles Instrumentos a implementar
- Anexo II.1:** Basurales a Cielo Abierto
- Anexo II.2:** Cartoneros
- Anexo II.3:** Salud
- Anexo II.4:** Cierre del Basural a Cielo Abierto
- Anexo III.1:** Requisitos Legales
- Anexo IV.1:** Diagrama de Flujo del Proyecto de RSU
- Anexo IV.2:** Diseño de la Planta de Separación
- Anexo IV.3:** Cálculos Relacionados al Relleno Sanitario
- Anexo IV.4:** Diseño del Relleno Sanitario
- Anexo VI.1:** Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales del Basural a Cielo Abierto
- Anexo VI.2:** Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales del Proyecto
- Anexo VI.3:** Análisis de Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales del Proyecto
- Anexo VI.4:** Matriz de Peligros y Riesgos de Seguridad del Basural a Cielo Abierto
- Anexo VI.5:** Matriz de Peligros y Riesgos de Seguridad del Proyecto
- Anexo VI.6:** Análisis de los Peligros y Riesgos de Seguridad del Proyecto

10.- Bibliografía

- Los Residuos Sólidos Urbanos – Eco Portal – Prof. Fernando Ariel Bonfanti – 27/05/04
- Gestión Integral de Residuos Sólidos – Tchobanoglous, Theisen y Vigil – McGraw Hill – Edición 1994
- Los Agroquímicos – Pablo D’Atri – Eco Sitio
- Agroquímicos y Medio Ambiente – Grupo de Investigación de Honduras.
- Principios de Ecología - Material de Clases – Biólogo. Alfredo Rosso – Cátedra Principios de Ecología – Postgrado en Gestión Ambiental – ITBA – 2004.
- Diseño de campaña de educación y concientización de la población sobre residuos sólidos domiciliarios para la ciudad de Mar del Plata - Máximo Menna - Grupo de Estudio de Energías Alternativas y Ambiente Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Mar del Plata
- Sitio de la Secretaría de Política Ambiental – www.spa.gba.gov.ar
- Sitio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación - www.medioambiente.gov.ar
- Derecho Ambiental - Material de Clases – Dra. María Eugenia Di Paola – Cátedra Derecho Ambiental – Postgrado en Gestión Ambiental – ITBA – 2004.
- Comunicación Ambiental – Material de Clases – Lic. Gustavo Márquez – Cátedra Comunicación Ambiental - Postgrado en Gestión Ambiental – ITBA – 2005.
- SAyDS (2005). *Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.* *ENGIRSU.* - <http://www.medioambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=1527>
- SAyDS. Subsecretaría de Ordenamiento Ambiental. Dirección de Calidad Ambiental. *Plan Nacional de Valorización de Residuos. Evaluación de desempeño de plantas de separación de residuos sólidos.* <http://www.medioambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=1613>
- CEPIS - Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales <http://www.medioambiente.gov.ar/?idseccion=58>
- Presidencia de la Nación – Plan Nacional de Valorización de Residuos - Manual Operativo de Valorización de RSU para Medianos y Pequeños asentamientos en Argentina (2001) <http://www.medioambiente.gov.ar/?idseccion=58>
- Presidencia de la Nación – Plan de Valorización de Residuos Sólidos – Evaluación de desempeño de plantas de separación de residuos sólidos (2001) <http://www.medioambiente.gov.ar/?idseccion=58>
- DED (Servicio Alemán de Cooperación Social- Técnica) Ilustre Municipalidad de Loja Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales - Eva Röben – (Loja, Ecuador 2002)

ANEXO II.1 BASURALES A CIELO ABIERTO

El tema de la basura y su tratamiento por métodos adecuados es un problema central no sólo en el municipio de Tres Arroyos sino en todo el planeta.

Hoy en día todos los residuos que generamos son vertidos en basurales a cielo abierto. Esto tiene un importante impacto para nuestro ambiente.



Los riesgos relacionados a la operación de basurales a cielo abierto impactan directamente el agua y el suelo del lugar donde estos se vuelcan. Asimismo la quema accidental o voluntaria genera la emanación de gases de orígenes y peligrosidades diferentes, con lo cual lo grave en este aspecto no sólo es el olor desagradable; ante estas situaciones podemos inhalar sustancias muy tóxicas.

Uno de los problemas sociales más importante que trae aparejado el manejo de la basura, es el del cartonero (comúnmente denominado cirujeo).

La composición de la basura es el reflejo de la actual sociedad de consumo cuyos hábitos están dirigidos a la compra de productos de “usar y tirar” que lejos de ofrecernos una mejor calidad de vida por la supuesta comodidad de su empleo, nos conducen a una irrefrenable generación de residuos. Estos productos tienen un exceso de embalaje, que una vez finalizado su uso, se “tira a la basura”. Sin embargo, la basura no desaparece sino que se traslada, en nuestro caso actual a basureros a cielo abierto.

Esto convierte al tema de la basura en un problema integral, desde quien elabora el producto y su correspondiente envase hasta nosotros mismos que disponemos de esa basura y el Municipio quien es responsable de su disposición final.

Esta disposición final no puede llevarse a cabo, por lo anteriormente detallado, en basureros a cielo abierto, es necesario darles un tratamiento. Para cumplir con este complejo y primordial objetivo es que se propone la Gestión Integral de Residuos Urbanos.

Es primordial que el municipio de Tres Arroyos, que ha demostrado en reiteradas oportunidades su preocupación por el tema, lleve adelante este proyecto ya que le dará una solución integral al tratamiento de los residuos, abarcando desde la generación, el reciclado, el compostaje y la disposición final en relleno sanitario.

La preocupación por el tema se refleja en el trabajo realizado un grupo de vecinos de Tres Arroyos.



El desmesurado crecimiento en el volumen de los residuos en la sociedad industrial está poniendo en peligro la capacidad de la naturaleza para mantener nuestras necesidades y

las de futuras generaciones. En Estados Unidos se da una situación similar respecto que la industria del reciclaje supera a otras como la del automóvil, minera, etc. (Greenpeace, "Basura Cero")

Por esto es que el sistema propuesto por el Municipio de Tres Arroyos tiene como objetivo:

- maximizar el reuso y reciclaje de residuos
- disponer los residuos que no pueden reusarse con la mejor tecnología disponible hasta el momento: rellenos sanitarios

Según estudios realizados por Greenpeace sobre estadísticas elaboradas en Estados Unidos y Alemania, indican que el sector del reciclaje está superando a otras ramas industriales en la generación de empleos. Un estudio alemán descubrió que la industria nacional de reciclaje y gestión de residuos emplea alrededor de 150.000 personas, con una ganancia anual entre 80 y 100 billones de marcos. Esta cifra supera a la industria del acero y las telecomunicaciones de ese país. (Greenpeace, "Basura Cero").

Por lo tanto y a fin de dar una solución integral se propone implementar una gestión integral de residuos (GIRSU) que comprenda:

- separación en origen: a través de capacitación, entrenamiento y participación de todos lograr separar los residuos de forma que los que luego se puedan reciclar no se arruinen al estar en contacto con otros, por ejemplo, el papel al mojarse por estar en contacto con residuos orgánicos (restos de comida, cáscaras, restos de yerba, etc.) no sirve para el reciclado.
- Reciclaje: al recibirse los residuos en nuestras plantas los mismos serán separados a fin de aprovechar aquellos que se puedan comercializar como ser vidrios, cartón, papel, etc. Este trabajo será realizado por la gente que actualmente se dedica al cirujeo a fin de lograr insertarlos en el medio laboral.
- Compostaje: los residuos orgánicos serán procesados a fin de obtener un resultante que pueda servir como abono para el campo, viveros y uso doméstico.
- Relleno sanitario: lo que no pueda aprovecharse se colocará en lo que se denomina relleno sanitario. Esto consiste en ubicar la basura en un sector definido para tal fin, diseñado a los efectos de evitar que durante el tiempo

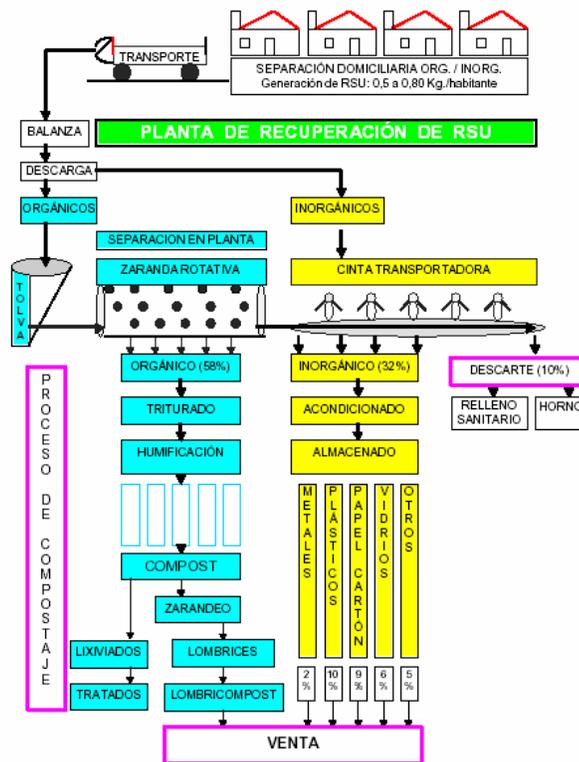
De acuerdo a documentos elaborados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), constante impulsor de estos temas, "es una técnica de disposición de residuos sólidos muy utilizada en la región". "Una ventaja del relleno sanitario sobre otros métodos de tratamiento de residuos es la posibilidad de recuperación de áreas ambientalmente degradadas por la minería o explotación de canteras, así como terrenos considerados improductivos o marginales. Otras ventajas de un relleno sanitario son: baja inversión de capital comparada con otros métodos de tratamiento, generación de empleo de mano de obra no calificada, flexibilidad, en cuanto a capacidad, para recibir cantidades adicionales de desechos y la posibilidad de utilizar el gas metano producido como fuente alternativa de energía."

Resumiendo:

| Técnica | Ventajas | Problemas |
|---------|----------|-----------|
|---------|----------|-----------|

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Relleno sanitario | Recuperación de zonas degradadas. Aprovechamiento de gases. | Exige extensas áreas aisladas. Características geológicas especiales o encarecimiento de la inversión para cubrir dichos faltantes |
| Compostaje | Reducción de volumen a disponer Producción de acondicionadores de suelo | Contaminación de los suelos y vegetación por presencia de metales pesados. Bajos valores de nitrógeno, fósforo y potasio. |
| Reciclaje | Aprovechamiento de los materiales. Ahorro de energía. Reducción de residuos a disponer. Sustentabilidad ambiental. | Riesgos ocupacionales inherentes a la recuperación informal de materiales reciclables (alto potencial de contaminación). |

Ultima actualización: noviembre de 2001



Esta gestión integral sería para el tratamiento en exclusividad de los residuos generados por el Municipio de Tres Arroyos.

ANEXO II.2 CARTONEROS

El cartoneo consiste en la remoción de la basura en busca de elementos de valor comercial, ésta tarea se realiza al margen de toda garantía higiénica.

Los cartoneros del basural (niños, mujeres, y hombres), viven en condiciones por demás precarias, hacinadas, harapientos, sucios; ingiriendo a veces restos de comidas extraídos de la basura.

El problema social de la basura se proyecta en cierta medida a la gente que tiene su vivienda en cercanías del basural. Esto crea dentro de las ciudades áreas de aislamiento social.

Las familias de cartoneros están altamente expuestas al contacto más directo con los residuos ya que no guardan conceptos básicos de prevención como es el uso de barbijos, guantes y vestimenta adecuada. El permanente manipuleo que ellos realizan de la basura los expone a heridas cortantes con altas probabilidades de infección para el medio sucio en el que se mueven, además de reacciones dermatológicas de difícil solución.

En los casos en que es toda la familia la que está expuesta, los niños sufren más riesgos de padecer infecciones gastrointestinales por el accidental o intencional consumo de alimentos en mal estado. También pueden sufrir mayor cantidad de episodios de enfermedades respiratorias por la inhalación de gases tóxicos que surgen de la descomposición y/o incineración de los residuos. Lógicamente, los adultos también pueden sentirse afectados, pero el riesgo de muerte por estas causas es mayor en los niños. A esto hay que sumarle que se encuentran sometidos a malas condiciones alimentarias, lo que se refleja en un estado de desnutrición crónica.

De acuerdo a estudios realizados por la Asociación de Médicos por el Medioambiente denominan, dentro del grupo de cartoneros, a los menores de edad "Los niños de la basura". De acuerdo a las conclusiones vertidas por este estudio estos chicos "simplemente son seres que no son reconocidos como humanos, son indocumentados e ignorados en sus necesidades básicas, de alimentos, afecto, contención, y salud."

Las familias de donde provienen estos niños son asentamientos poblacionales que se producen en los depósitos de basura (mini o micro-basurales) a cielo abierto de la ciudad donde estos grupos viven "de" y "en" la basura: dependen de ella para su alimentación, vivienda y economía familiar. Son grupos mimetizados con el ambiente en que se mueven y se desarrollan.

Esto produce el desarraigo de los pobladores afectados por pérdida de su medio de vida y trabajo y destrucción de su medio cultural que deben abandonar sus tierras e integrarse a un medio urbano (refugiados ambientales).

Pasan de sustentar una cultura rural o de pequeño productor a integrar la miseria del cordón peri-urbano que no les ofrece espacio social ni laboral sino que lo margina y lo ignora.

En este ámbito se ubican en el único medio posible para sobrevivir que es el depósito a cielo abierto de residuos urbanos de estas ciudades insustentables. La basura es su casa, su cobijo, su comida y su medio de vida: "su nutriente".

El niño crece:

-Sin un hábitat como morada de sentido y valor, sin delimitación (teniendo un techo a "cielo abierto").

-En un núcleo familiar que, proveniente de una madre y posiblemente de un grupo del que debe ser expulsado tempranamente, "creciendo de golpe" o siendo autónomo compulsivamente, bajo la ley de la sobre vivencia de cada uno de los integrantes. En un marco donde aparecen desdibujadas las figuras de un padre proveedor y una madre nutricia, obligado a mendigar y procurarse su alimentación en medio de la incertidumbre cotidiana.

-Aparecen situaciones binarias: la degradación versus el respeto y la dignidad humana.

El maltrato físico, psíquico y moral proveniente de la sociedad, provoca:

En la infancia:

-desnutrición, retraso de talla y peso

-retraso madurativo y para adquirir funciones motoras y control de esfínteres

-se puede observar que aquellos niños con una carencia muy marcada en la alimentación y la falta de estímulo psicosociocultural, generan situaciones que van desde una inhibición en el registro del lenguaje hasta desajustes y desarmonías en el proceso de socialización.

La impotencia, el desamparo, el resentimiento, llevan a reacciones agresivas, hostiles, como parte de nuestro tejido social, pero con diferentes matices.

Por la falta de referentes constructivos (la sociedad los margina, no les ofrece un espacio de pertenencia) se transforman, se identifican y hacen lazos sociales con la basura, con su códigos, naturalizando la violencia, el robo y el hurto.

En la adolescencia:

-conductas antisociales

-delincuencia

-prostitución

-embarazo adolescente

-adicciones (alcohol y drogas)

-suicidio o muerte violenta

Estos problemas se continúan en la adultez y no podemos desconocer que todos somos testigos mudos frente a estas situaciones. En contraposición de toda esta triste realidad el Municipio de Tres Arroyos plantea este proyecto en el cual se insertan estos grupos a fin de brindarles un trabajo digno y su sustento económico.

ANEXO II.3 SALUD

Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos

Riesgos para la salud

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, principalmente por vías indirectas.

Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.

Riesgos directos

Son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.

Los segregadores de basura suelen tener más problemas gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano o viral que el resto de la población. Además, sufren un mayor número de lesiones que los trabajadores de la industria; estas lesiones se presentan en las manos, pies y espalda, y pueden consistir en cortes, heridas, golpes, y hernias, además de enfermedades de la piel, dientes y ojos e infecciones respiratorias, etc.

Frecuentemente, estos problemas son causantes de incapacidad. Los mismos segregadores de basura se transforman en vectores sanitarios y potenciales generadores de problemas de salud entre las personas con las cuales conviven y están en contacto.

Riesgos indirectos

El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad.

Ejemplos de este tipo de vectores se presentan en el cuadro

Cuadro 1.4
Enfermedades relacionadas con RSM
transmitidas por vectores

| Vectores | Formas de transmisión | Principales enfermedades |
|---|--|---|
| · Ratas | · Mordisco, orina y heces · Pulgas | · Peste bubónica · Tifus murino · Leptospirosis |
| · Moscas | · Via mecánica (alas, patas y cuerpo) | · Fiebre tifoidea · Salmonellosis · Cólera · Amibiasis · Disenteria · Giardiasis |
| · Mosquitos | · Picadura del mosquito hembra | · Malaria · Leishmaniasis · Fiebre amarilla · Dengue · Filariasis |
| · Cucarachas | · Via mecánica (alas, patas y cuerpo) | · Fiebre tifoidea · Heces · Cólera · Giardiasis |
| · Cerdos | · Ingestión de carne contaminada | · Cisticercosis · Toxoplasmosis · Triquinosis · Teniasis |
| · Aves | · Heces | · Toxoplasmosis |
| <p><i>Fuente: Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, DESA/UPMG. Fundação Estadual do Meio Ambiente. FEMA/MG. 1995.</i></p> | | |

Las moscas

Su ciclo de reproducción depende de la temperatura ambiental. Pueden llegar a su estado adulto en un lapso de entre 8 y 20 días y su radio de acción puede ser de 10 km en 24 horas. Su medio de reproducción está en los excrementos húmedos de humanos y animales (criaderos, letrinas mal construidas, fecalismo al aire libre, lodos de tratamiento, basuras, etc.)

Se estima que un kilogramo de materia orgánica permite la reproducción de 70.000 moscas.

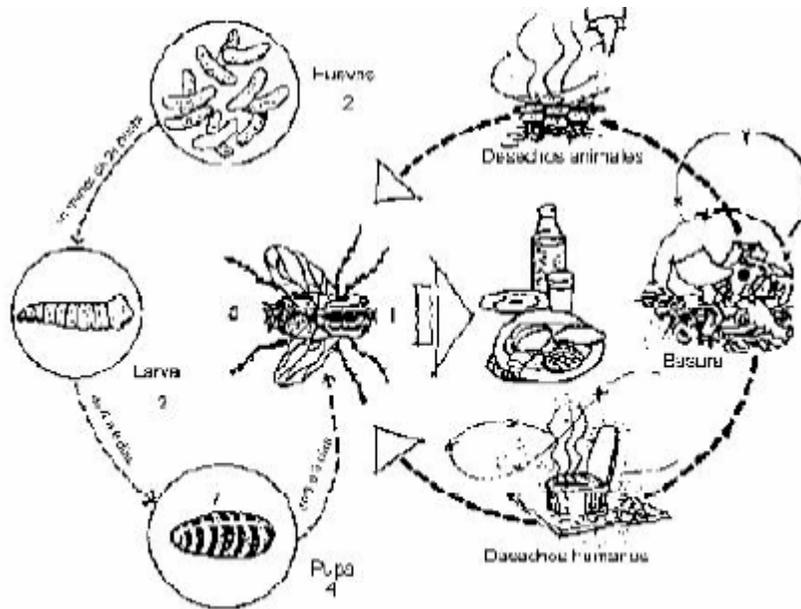


Figura 1.1
El ciclo vital de la mosca y su importancia en la
transmisión de enfermedades

Las cucarachas

Existen desde hace 350 millones de años y, dada su extraordinaria resistencia a la mayoría de los insecticidas y capacidad de adaptación a cualquier medio, sería el único ser apto para sobrevivir a una guerra nuclear. Viven alrededor de la basura.

Se alimentan de desperdicios y caminan durante la noche sobre comida, animales dormidos o los seres humanos, contaminándolos con sus excrementos. Transmiten más de 70 enfermedades y cerca de 8% de la población humana es alérgica a ellas y desarrolla graves dolencias respiratorias si se exponen a lugares frecuentados por estos bichos. A pesar de tratarse de uno de los insectos más antiguos y desagradables, los problemas de salud e higiene asociados a esta plaga persisten y nos afectan cada día más.

Las ratas

Siempre han sido consideradas como una de las peores plagas. Además de transmitir graves enfermedades como la leptospirosis, salmonelosis, peste y parasitismo, también atacan y muerden a los seres humanos. Las ratas causan importantes daños en la infraestructura eléctrica y telefónica de las ciudades, ya que pelan y se comen los cables de las respectivas redes, lo que ocasiona un buen número de incendios. También contribuyen al deterioro y a la contaminación de buena parte de los alimentos. Se reproducen rápidamente. Dan de seis a doce crías por camada y una pareja de ratas llega a tener hasta 10.000 descendientes por año.

Efectos en el ambiente

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar basurales a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

La presencia de agentes biológicos en los Residuos Sólidos Municipales puede ser importante en la transmisión directa e indirecta de enfermedades.

La presencia de microorganismos patógenos se da también a través de papel higiénico, gasas y pañales descartables.

Contaminación del agua

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los basureros a cielo abierto.

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

En contrapartida es práctica frecuente ver la ubicación de basurales a cielo abiertos en las zonas más bajas de la población ya que las mismas no pueden ser utilizadas para la construcción de viviendas y esta falta de posibilidad de otros uso lo hace lugares excelentes para la instalación de este tipo de situaciones.

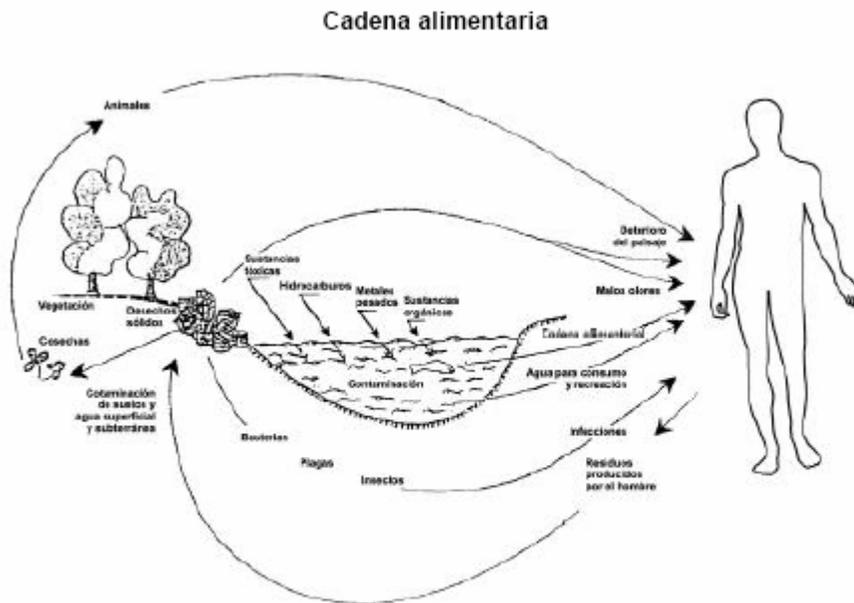


Figura 1.2
Consecuencias de la descarga incontrolada de basura

Contaminación del suelo

Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de las ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los basureros como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos basurales, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.

Contaminación del aire

Los residuos sólidos abandonados en los basurales a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemaduras y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.

Enfermedades relacionadas con Agroquímicos

Un agroquímico es una sustancia que tiene como objetivo controlar, prevenir o destruir cualquier plaga, incluyendo aquellos transmisores de enfermedades humanas. Una de las clasificaciones es de acuerdo a la plaga: Si son insectos, insecticidas; si son hongos, funguicidas; si son aves, avicidas; ácaros, acaricidas; nematodos, nematocidas; lombrices, vermícidias; y plantas (malezas), herbicidas

"El uso intensivo de agroquímicos -particularmente los fertilizantes nitrogenados y los pesticidas con compuestos orgánicos altamente persistentes en el ambiente-, genera riesgos de degradación del suelo y contaminación del ambiente aún no bien conocidos, pero potencialmente graves", dice el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El productor deberá guardar medidas de prevención para usar la menor cantidad de plaguicidas. Si es que el uso del producto es necesario para el control de plagas deberá hacerse con dosis adecuadas y no excesivas para así no tener problemas de residualidad, problemas ambientales o al humano y para aminorar los costos del cultivo.

Los plaguicidas (también conocidos como insecticidas o pesticidas) son básicamente sustancias (o mezclas) que tienen la función de controlar o destruir cualquier plaga. Si al cultivo de alfalfa lo afecta una langosta (un insecto), se recurre a un insecticida. Si es una maleza están los herbicidas. Cada químico tiene que eliminar sin contemplación al enemigo, no tiene que dejar rastros y, menos aún, afectar a otras especies.

Pero si bien el primer objetivo lo logran (relativamente ya que la plaga crea sus propios anticuerpos -resistencia- y obliga a aumentar la dosis del veneno), los otros son materias pendientes. Existen productos que actualmente se aplican en los campos (hay una variedad de plaguicidas que supera los 1.500 productos), muchos de los cuales están prohibidos en los países industrializados y aquí se fumiga sin ninguna restricción.

Los fertilizantes no son el principal problema de contaminación si se utilizan racionalmente. Los pesticidas sí son mucho más peligrosos, sobre todo porque existen estimaciones en Estados Unidos que demuestran que menos del 1 % de los plaguicidas aplicados llegan efectivamente a la plaga que se desea combatir. El resto se disemina en el ambiente, y mata y contamina lo que se cruce.

El plaguicida que se esparce por el campo, se incorpora al ciclo de la naturaleza. Cuando los niveles de toxicidad son altos, los químicos no se disuelven naturalmente y son el alimento de otras especies que luego terminan en nuestro plato.

La pérdida de biodiversidad (mueren animales y plantas), la contaminación de los suelos, el aire y el agua, y los efectos directos sobre la salud humana no están en el plano de la especulación. El PNUMA advierte que estos compuestos "no se degradan fácilmente y perduran por muchos años en el ambiente", y que afectan "los procesos reproductivos y de desarrollo, provocando daños neurológicos e inmunológicos en los humanos y en otras especies animales".

Los insecticidas clásicos basan su acción tóxica en atacar la transmisión del impulso nervioso entre neuronas. Su modo de acción es similar en los insectos target y en el hombre, de allí su elevada toxicidad. De este modo logran la paralización de músculos o de la respiración.

El otro gran grupo se basa en producir toxicidad sobre la síntesis de quitina o en intermediarios del proceso de metamorfosis. Estos producen una respuesta con mayor retraso con lo cual no son tan utilizados.

Los primeros insecticidas de tipo organoclorados tuvieron gran éxito en la década del '60 y produjeron junto con los fertilizantes la revolución verde (enorme aumento de la productividad por hectárea cultivada). Estos insecticidas eran altamente tóxicos y muy persistentes, con lo cual año a año aumentaba su concentración en los ecosistemas.

Los actuales insecticidas denominados piretrinas (derivados del Piretro) tienen los mismos modos de acción de sus antecesores pero son muy biodegradables en el ambiente (días a semanas).

Los modos de acción generales de pesticidas son:

- ✓ Inhibiendo enzimas: clorados (DDT) inhiben la hidraza carbónica (hidrólisis de dióxido de carbono), fosforados y carbamatos inhiben la ACH acetilcolinesterasa produciendo un envenenamiento con neurotransmisores propios.
- ✓ Inhibiendo las enzimas de la fosforilación oxidativa (formación del ATP).
- ✓ Desnaturalizando la estructura terciaria de proteínas.
- ✓ Intoxicando con metales por unión a grupos sulfidrilos. En insecticidas organomercuriales.
- ✓ Inhibiendo la síntesis de moléculas (tetrapirroles) que forman parte de la estructura de la clorofila. Actuando como herbicida.
- ✓ Inhibiendo la síntesis de Val, Leu, Ile (aminoácidos) a partir de ácido pirúvico. (ej. Clorosulfan).
- ✓ Los herbicidas postemergentes eliminan selectivamente dicotiledóneas que actúan como malezas de cultivos de cereales.

Existen distintos tipos de plaguicidas que se comercializan en el mercado, muchas de las cuales son "extremadamente peligrosas", tal la caracterización de la Organización Mundial para la Salud (OMS). Entre las más conocidas están: el Paration, el Dieldrin, el Metilazinfos, el Carbaril, el Piretroides, el Lindano (de la familia del temido DDT), etc.

Según datos oficiales, más de 10.000 personas mueren todos los años en el mundo por los plaguicidas. La forma de intoxicación es de manera directa (los que trabajan en la fabricación o en la fumigación) e indirecta (aquellos que ingieren alimentos o entran en contacto con elementos del medio ambiente que contienen residuos de los agroquímicos).

A medida se manipulan los plaguicidas, se corre un alto riesgo de entrar en contacto con estos; este riesgo depende de la atención en el tiempo de manipuleo y del uso de la indumentaria adecuada para trabajar con estos. El mayor riesgo lo llevan las personas que trabajan con los productos y concentrados técnicos como manufactura, reformulación o re-envase de concentrados sin equipo apropiado.

Las principales formas de exposición a plaguicidas en forma accidental:

- por la vía de la piel (dérmica), es que ocurre la mayoría de exposiciones del plaguicida a los trabajadores, siendo esta la forma principal de toxicidad.
- por otro lado la exposición por la vía respiratoria, causada por la inhalación del producto, no es una fuente seria de intoxicación; aunque a veces cuando se utilizan productos químicos altamente volátiles o si se encuentra en un lugar cerrado, la intoxicación causada por exposición a través de las vías respiratorias es muy alta y seria.
- por medio de la ingestión oral, se tiene exposición y toxicación, debido al mal manejo del equipo, de la ropa usada, y del descuido del trabajador.
- normas de seguridad para evitar la exposición e intoxicación menor posible al plaguicida, (aunque esto es muy difícil):
 - Manipuleo cuidadoso del equipo.
 - Uso de ropa protectora.
 - Elección adecuada de la formulación.
 - Usando la concentración mas baja posible del producto.
 - Buscar formulaciones que sean fáciles de medir (liquido es mas fácil que los polvos).

Debido a que la principal forma de exposición a los plaguicidas, es la dérmica, causada por el manejo en la mezcla y aplicación de estos, existe la alternativa de elegir dentro de las formulaciones de los productos para usar la que menos se exponga a la piel; a continuación se presentan las características de ciertas formulaciones:

- Los concentrados de aceites y los concentrados emulsificables de la mayoría de los productos químicos penetran muy fácilmente por la piel.
- Las formulaciones sólidas, permiten menor penetración cutánea debido a la absorción del producto por el portador que es la arcilla u otro material.
- Los granulados son mucho mas confiables para trabajar y evitar la exposición dérmica, y si son recubiertos es mucho mejor.
- Otro aspecto a tomar en cuenta al momento de la aplicación, para disminuir la exposición al plaguicida, es manejar el tamaño adecuado de la gota, para evitar deriva y toxicidad; al utilizarse polvos deben de tomarse las medidas necesarias para evitar problemas de dispersión.

La contaminación por evaporación del producto puede ser considerada si se entra en contacto cercano al área de aplicación, estos productos volátiles pueden ser aplicados en bajas concentraciones para disminuir el riesgo.

Dedicar atención a la formulación apropiada, entonces, puede resultar no solamente en un control de plagas más eficaz y seguro, sino también evitar la exposición humana y contaminación ambiental. La formulación puede ser un producto comercial o el resultado de una mezcla en tanque con aditivos apropiados para lograr las propiedades deseadas.

Existen varios métodos para disponer de lotes comparativamente pequeños de productos químicos, dependiendo de la naturaleza del producto químico, sus propiedades biológicas y otros factores. Cada método tendrá sus propias ventajas y desventajas.

ANEXO II.4

CIERRE DEL BASURAL A CIELO ABIERTO

PROPUESTAS

Puede ser muy difícil y costoso clausurar los sitios que han servido como botaderos municipales, la mayoría de los cuales fueron abiertos y utilizados sin criterios técnicos, ambientales ni sociales y ajenos a cualquier tipo de control.

Por lo general, la clausura del botadero municipal es ignorada en la planificación del relleno sanitario. Sin embargo, para que tenga éxito hay que cerrar los botaderos municipales, así como los demás sitios donde se abandona informalmente la basura.

Para alcanzar este fin, se debe reservar los recursos económicos correspondientes, ayudar a los segregadores y tener presentes dos metas básicas: primero, dotar al sitio de la infraestructura mínima para evitar futuros daños al entorno y, segundo, tomar medidas que sean técnicas, prácticas y de bajo costo.

3.1 Divulgación de la clausura

Se debe informar tanto a la autoridad ambiental y de salud o a la institución reguladora, así como a la población en general, especialmente a los vecinos del lugar, sobre la clausura del botadero y el inicio de las operaciones del relleno sanitario. En estos casos, conviene:

- Mantener informado al concejo municipal, con el apoyo de las autoridades de salud y ambiente e incluso el del párroco de la iglesia; esta es una buena estrategia para asegurar la viabilidad del proyecto.
- Preparar un programa de educación sanitaria y ambiental dirigido a las escuelas y a diversas acciones comunales sobre la importancia que tiene para la salud de todos y el cuidado de su territorio un buen servicio de recolección y disposición final de la basura, haciendo ver la necesidad de sostenerlo entre todos mediante el pago del servicio de aseo urbano.
- Explicar, a través de todos los medios de comunicación local (periódicos, emisoras, boletines, pregoneros...), que es urgente desterrar la práctica irresponsable del basurero a cielo abierto o la descarga de basura a las corrientes de agua, y destacar, en cambio, las ventajas de poder contar con un verdadero o relleno sanitario.
- Hacer pública la clausura de los botaderos e informar que ya no se permitirá la disposición de basura en esos lugares. También conviene divulgar las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas y regulaciones establecidas y dictadas al respecto.
- Informar oportunamente sobre la existencia del relleno sanitario manual para terminar así con la práctica del botadero a cielo abierto.
- Solicitar, e incluso exigir, a los propietarios o administradores de establecimientos comerciales, almacenes, bares y cantinas, etc., que entreguen su basura al operador del servicio de recolección municipal o que ellos mismos la lleven al relleno sanitario. En las pequeñas poblaciones, estas personas suelen contratar a particulares para que retiren de sus establecimientos los RSM ahí generados, sin importales adónde los depositarán.

3.2 Pasos y acciones para la clausura del basurero a cielo abierto (botadero)

3.2.1 Segregadores de basura

Hay personas en el basurero municipal que trabajan y sobreviven en condiciones de miseria y a las que es imperativo ayudar con todos los medios posibles para que mejoren sus condiciones de vida.

En tal sentido, los ingenieros y técnicos deben ceder el paso a los estudiosos de las ciencias sociales (sociólogos, trabajadores sociales y antropólogos). El perfil de estos profesionales los faculta para abrir espacios de concertación con estas personas, quienes por su baja condición social se tornan desconfiadas e incluso resentidas con el resto de la sociedad.

Una de las principales estrategias para sacar a estas personas de su estado de marginalidad es organizarlas en cooperativas y asociaciones que se manejen con carácter empresarial; de esta manera, podrán estar en mejor posición para discutir con los intermediarios la comercialización de los materiales recuperados o incluso ya organizados.

También podrán ofrecer otros servicios diferentes de acuerdo con sus oficios de origen y con las necesidades de la población.

En consecuencia, es fundamental tener presente que un proyecto de relleno sanitario y clausura de los botaderos no solo considera aspectos técnicos y económicos sino también sociales y ambientales.

Se definen en este practico algunas posibles soluciones.

3.2.2 Acciones de carácter correctivo

Con el fin de proteger la salud humana, las molestias ocasionadas y reducir el impacto ambiental por causa de los RSM y sus subproductos en la población vecina, un pequeño plan de clausura de los botaderos debe contener al menos una lista de acciones de carácter correctivo, el diseño final de la configuración del botadero y la especificación de las obras, el equipo y el personal requeridos, un cronograma de trabajo y los costos estimados. A continuación se presentan las principales acciones que pueden ser ejecutadas por los trabajadores del municipio u otras personas contratadas:

- Levantar una cerca para limitar el acceso de personas extrañas que puedan seguir llevando al lugar sus RSM e impedir el ingreso de animales.
- Colocar un cartel, letrero o avisos donde se informe a la población que el basurero está clausurado y se indique la localización del nuevo sitio para la disposición de los RSM.
- Recoger los materiales ligeros que se encuentren dispersos en los alrededores y colocarlos en la masa de basura.
- Realizar un programa de exterminio de roedores y artrópodos, para lo cual se solicitará la asesoría de las autoridades de salud y saneamiento ambiental. Si esta etapa no se lleva a cabo, es posible que la fauna nociva emigre a las viviendas vecinas al no disponer ya de guarida y alimento (figura 8.1).
- Nivelar y compactar tanto la superficie como los taludes del botadero antes de descargar la tierra de cobertura. Para los terraplenes de basura deberá procurarse una pendiente de 3:1 ó 4:1 (horizontal:vertical) (figura 8.2).
- En ocasiones será necesario brindarle contención a la masa de RSM desde la base de los taludes de los terraplenes de basura. Esto se consigue mediante un muro de gaviones o con la construcción de un pequeño terraplén de tierra compactada. Es importante asegurarse de que quede bien anclado al suelo a fin de evitar volcamientos (figura 8.3).

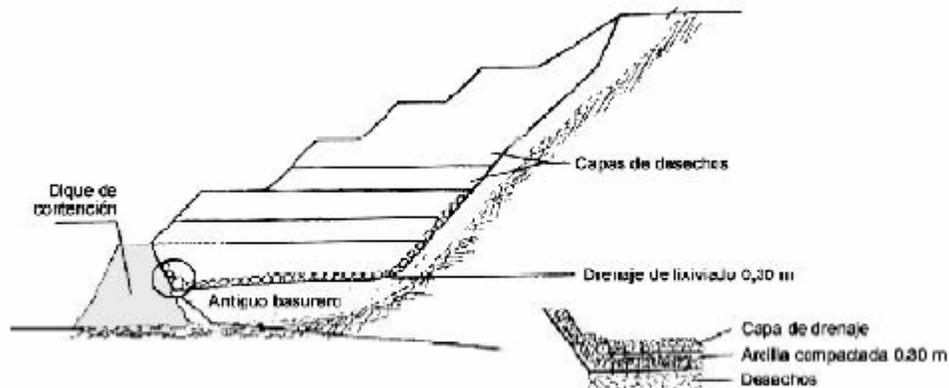


Figura 8.3
Contención y rehabilitación de un botadero de basura

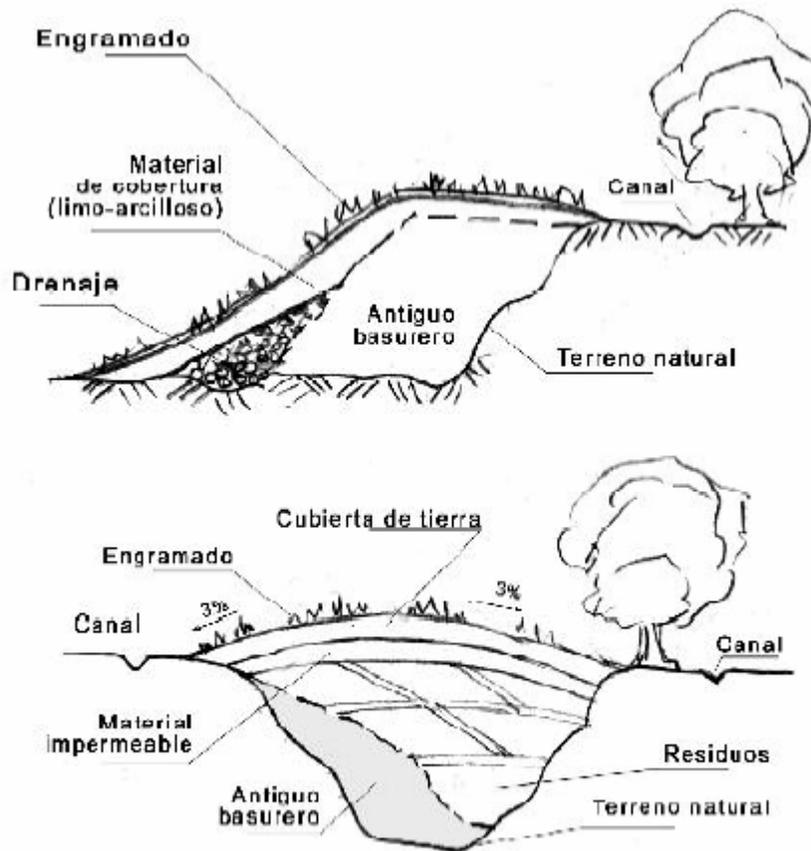


Figura 8.4
Clausura de un botadero de basura

- En los casos en que se justifique, excavar algunos pozos de 0,20 a 0,50 metros y llenarlos con piedras o cascajo para que puedan funcionar como drenajes de gases. En lo posible, estos huecos tendrán la profundidad del terraplén de basura existente.
- Asimismo, excavar en la parte inferior de los terraplenes una zanja longitudinal al pie del talud y extenderla unos cuantos metros, a fin de almacenar el lixiviado generado y permitir así su evaporación en los periodos secos mientras se estabiliza la masa de residuos.
- Colocar cebos roenticidas y fumigar el lugar. Después, cubrir con tierra y compactar bien toda la superficie y los taludes de los botaderos con una capa de 0,20 a 0,40 metros de espesor durante un lapso de 8 a 15 días, procurando una pendiente de 3% para mantener el buen drenaje del agua de las lluvias en la superficie.
- Instalar drenajes perimetrales para evitar la infiltración del agua superficial a la masa de RSM ahí depositada.
- Sembrar pasto o grama con el propósito de darle una mejor apariencia al sitio, disminuir la formación de lixiviados y evitar la erosión. Esta actividad tiene un efecto demostrativo para la población, porque podrá apreciar el lento final del botadero de basura.

3.3 Uso futuro del botadero clausurado

Si no se ha contado con el debido control durante la construcción de los terraplenes de basura, se recomienda que los botaderos clausurados de las pequeñas poblaciones sean transformados en zonas verdes con pasto y arbustos de raíces cortas.

ANEXO 1 – CAPITULO 1

DESCRIPCION BASICA DE LOS POSIBLES INSTRUMENTOS A IMPLEMENTAR

1.- Reducción en origen de los residuos en el sector comercial y residencial e institucional.

La reducción en origen es una denominación amplia que engloba a todos los métodos de tratamiento de residuos orientados a su minimización:

1. Reducción en origen (que incluye el re-uso) y reciclado (incluido el compostaje) y que resultan en la reducción de los residuos que de otro modo estarían destinados al relleno sanitario. En particular, el reciclado será tratado en el punto siguiente.
2. Pre-reciclado se refiere al proceso de toma de decisiones que realizan los consumidores para comprar productos, basado en el impacto que tendrá el residuo final sobre el ambiente.
3. Finalmente, la acción general de reducir el residuo mediante cambios, tanto en el proceso que genera ese residuo como en el diseño, producción, venta, compra y utilización de los productos o envases originales.

Los proyectos de reducción en origen pueden, entonces, ir dirigidos tanto al consumidor como a los productos.

En este sentido, el Municipio puede:

- A. Apoyar los proyectos de entrenamiento de los colegios terciarios orientados a restaurar materiales
- B. Promocionar los proyectos voluntarios en centros vecinales de restauración
- C. Implementar prácticas de reducción en origen en las compras municipales – y así presentarse como ejemplo para los comercios y la comunidad en general. Estas prácticas incluyen la compra de productos reutilizables o reparables y la compra en cantidad. Siguiendo en esta temática, en las oficinas municipales se pueden introducir cambios en los comportamientos, por ejemplo en el uso del papel (imprimiendo doble faz).
- D. Implementar prácticas de reducción en origen para el sector comercial, incentivando la reutilización del papel además del uso de copias doble faz y la venta de productos en cantidad.
- E. Implementar prácticas de reducción en origen para los residentes
 - o como promociones y/o inversiones en bases de datos para administrar el intercambio de materiales
 - o difundiendo información sobre negocios de alquiler, de reparación y de segunda mano
 - o instrumentando un fuerte proyecto educativo para concientizar a la población

2.- Clasificación y recolección diferenciada / Reciclado

- A. Instrumentar ordenanza(s) municipal(es) con el objeto de promover el depósito / reintegro de los envases de bebidas, vidrio y plástico.
- B. Instrumentar guías u ordenanza(s) municipal(es) para especificar cómo los habitantes de la ciudad deben preparar los residuos sólidos y material reciclable para su recolección.

La separación puede involucrar a uno o varios materiales que pueden:

- C. Separarse individualmente, instrumentando la separación de estos elementos en contenedores ubicados en el vía pública (ejemplo, para cartón, vidrio y metales)
- D. Separarse juntos atendiendo a su condición de residuos SECOS y HÚMEDOS. Los residuos secos son en su mayoría aquellos que una vez clasificados se pueden destinar al reciclaje y los residuos húmedos son en su mayoría residuos orgánicos aptos para el compostaje.
- E. También debería desarrollar lazos o formalizar acuerdos con compradores que puedan mantener su demanda de material reciclado, aún en tiempos de mercados deprimidos, ya que los proyectos de recuperación de reciclables se benefician con operaciones a largo plazo.
- F. Todo esto debe ir acompañado de Capacitación para lograr que se entienda a todo nivel las ventajas de la recolección diferenciada

3.- Participación creciente de la comunidad / Construcción de consenso público

Promover las actividades que realiza la Municipalidad en torno a la gestión de residuos con

- o campañas de esclarecimiento
- o actividades educativas en el relleno sanitario o en el centro de recepción o planta de separación de materiales
- o visitas guiadas
- o procesos consultivos - serán desarrollados en los capítulos que siguen

4.- Prohibición de algunos productos

Bolsas de plástico no degradables, papeles recubiertos con plásticos, contenedores de poliestireno, uso de pañales descartables, envases plásticos.

5.- Depósitos retornables por disposición final

Tarifas sobre los diarios que se devuelven para reciclaje. Retorno

6.- Impuestos aplicados a la fabricación sobre elementos vírgenes

Esto requiere de un instrumento a nivel nacional, imposible de manejar a nivel municipal; aunque no debe desecharse a futuro.

7.- Tarifas a los contenedores de residuos industriales no segregados

De fácil implementación al ingreso al relleno, ya que cada industria o gran comercio puede tener sus propios contenedores.

8.- Prohibición de llevar a los rellenos desperdicios con ciertos contenidos

Desechos con neumáticos, residuos de corrales, y metales y envases de vidrios no segregados: En este caso particular, el relleno en su conjunto prevé la generación de compost a base de residuos de origen agroindustrial muy controlado. De manera que la limitación aquí esta en la separación de dichos desechos.

9.- Etiquetas sobre los productos que están incluidos dentro del programa de segregación en origen y reciclaje:

Aunque la decisión de iniciar un programa de segregación en origen es simple es muy difícil de implementar, ya que se requiere del convencimiento y colaboración de la comunidad para llevarla a cabo. Si se supera este aspecto, ayudaría a que los consumidores elijan entre los productos que tienen que comprar o no y en que cantidad, pensando en la calidad y cantidad de los residuos que luego deberán disponerse.

10.- Asistencia técnica para los programas de reciclaje

Si bien el valor económico o la utilidad de los productos reciclados, determinaran el éxito de esta propuesta, es importante la difusión de las experiencias ya realizadas en este aspecto por otros emprendedores en el Municipio para asistencia a nuevos emprendedores.

11.- Créditos y exenciones de impuestos para las maquinarias de reciclaje y otras inversiones hechas por emprendimientos privados

No existen experiencias en el país, donde los rellenos sean un incentivo para una inversión privada. De manera que el acceso a créditos blandos, subsidios y beneficios impositivos, deben ser analizados para atraer inversionistas. En este caso particular, se prevé un mayor ingreso producto de la elaboración de compost a partir únicamente de estiércol y barros de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de plantas alimenticias, que sin duda hará más atrayente el negocio.

Además se debe verificar si alguna de las fuentes de financiamiento identificadas por la SAyDS de Nación es de aplicación al proyecto (Ej. FOMIN)

12.- Construcción de Infraestructura para la Disposición, Segregación y Tratamiento de los RSU

Se debe pensar en la construcción de un Relleno Sanitario, una Planta de Segregación y un sistema de Biodigestores en un mismo predio y de una Planta de Compostaje en un predio cercano. Aunque es la solución más básica sirve para poder eliminar o reducir a una mínima expresión la disposición en basurales a cielo abierto.

ANEXO III.1 REQUISITOS LEGALES

Resolución 504/01

Laboratorios. Crea el Registro Provincial de Laboratorios de Análisis Industriales para el control de efluentes sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos. A los efectos de las presentaciones ante la Secretaría de Política ambiental, los protocolos de análisis deben ser emitidos por dichos laboratorios.

Aparatos sometidos a presión

Tienen requerimientos a este respecto los siguientes:

- Resolución 231/96: Reglamenta las condiciones de los aparatos sometidos a presión. Establece la inscripción de los mismos en un Registro Provincial. Exige aparatos con leyendas o placas de identificación grabadas en forma indeleble. Establece condiciones de instalación. Establece los ensayos requeridos y condiciones.
- Resolución 266/96: Designa como autoridad de aplicación para los registros de aparatos sometidos a presión a la Dirección de Fiscalización dependiente de la Dirección Provincial de Control Ambiental y Saneamiento Urbano.
- Resolución 129/97: Modifica la Resolución 231, reduciendo a uno la cantidad de registros.
- Resolución 529/98: Incorpora al último párrafo del Artículo 113° de la Resolución N° 231/96, modificada por la Resolución N° 129/97, lo siguiente: "Creáse el registro Provincial Único de Aparatos Sometidos a Presión"
- Disposición 4/99: Establece las condiciones para la presentación de la solicitud para registro, habilitación y/o extensión de la vida útil de aparatos sometidos a presión o dispositivos de seguridad y alivio. Corresponde a la presentación indicada por la Resolución 231.

Ruidos Molestos

Tienen requerimientos a este respecto los siguientes:

- Resolución 159/96: Aprueba el método de medición y clasificación de ruidos molestos al vecindario, fijados por la Norma IRAM 4062/84, producidos por la actividad de los establecimientos industriales registrados por la ley 11.459 y su Decreto Reglamentario 1741/96. No obliga a una presentación periódica, pero este ensayo puede ser solicitado por la autoridad de aplicación.

Matafuegos

Tienen requerimientos a este respecto los siguientes:

- Decreto 3598/96: Designa a la SPA como autoridad de aplicación para el régimen normativo general de matafuegos.

Tanques de Almacenamiento

Tienen requerimientos a este respecto los siguientes:

- Ley 13660 Decreto 10877/60: Reglamenta el almacenamiento de hidrocarburos en tanques.
- Decreto 2407/83: Establece el tipo de sustancias que se permiten almacenar en el subsuelo; el procedimiento y las especificaciones de construcción para su almacenamiento.
- Resolución 419/93 y 404/94: Define requisitos para la inspección de tanques de almacenamiento de hidrocarburos en forma subterránea. Establece las normas técnicas para el control de pérdidas de hidrocarburos y la contaminación del suelo.
- Resolución 173/95: Aclara los alcances de las inspecciones y registro de las mismas.
- Disposición 14/98: Los tanque de almacenamiento aéreos deberán tener una auditoría de seguridad anual, de acuerdo a lo previsto en las disposiciones del Decreto 10877/60.

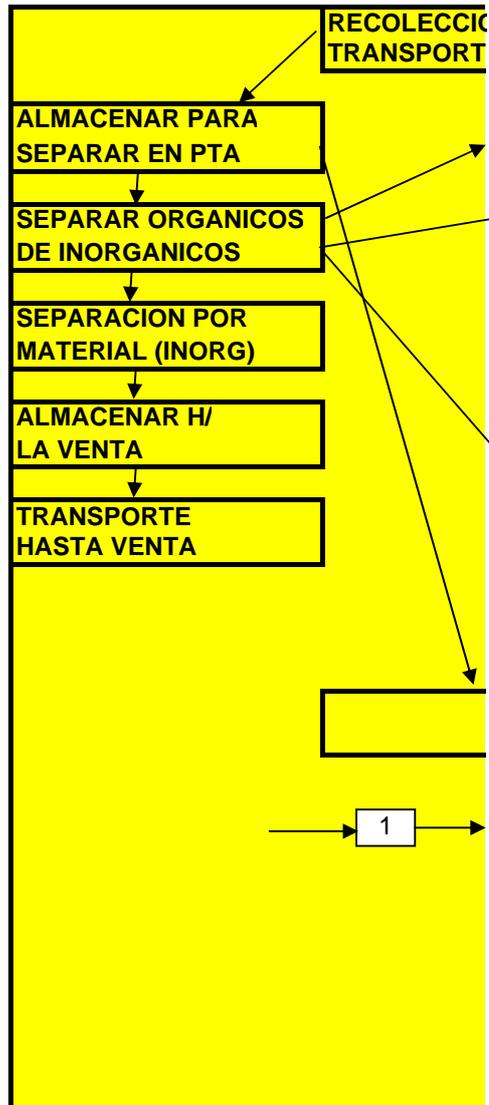
DIAGRAMA DE FLUJO D

AGUA
Usada para Limpieza
Usada en Tratamiento de Efluentes

ENERGIA
Energia Electrica para Iluminacion
EE p/ Maquinas de Planta Separación
EE p/ aireación de Compost
Gas Oil para camiones y maquinaria

PRODUCTOS
* Productos para Planta de Tratamiento
Cal para neutralizacion
Microorganismos para Digestores
Otros insumos para tratamiento
* Insumos para Mantenimiento
Repuestos de Maquinaria (mover RSU)
Aceite p/ maquinarias (mover RSU)
Repuestos Planta de Tratamiento
Insumos para construir nuevas celdas
Repuestos para camiones recolectores
Mano de Obra mantenimiento
Insumos para control de vectores
Insumos p/ reparar cercado del predio
Control de animales (aves, perros)
Insumos p/ reparar caminos internos
Insumos p/ protección c/ incendio
Insumos p/ control de derrames
* Insumos para Compostaje
Nutrientes para el Compost (N,K,P)
Biorreactor (funda)
Filtros de aire

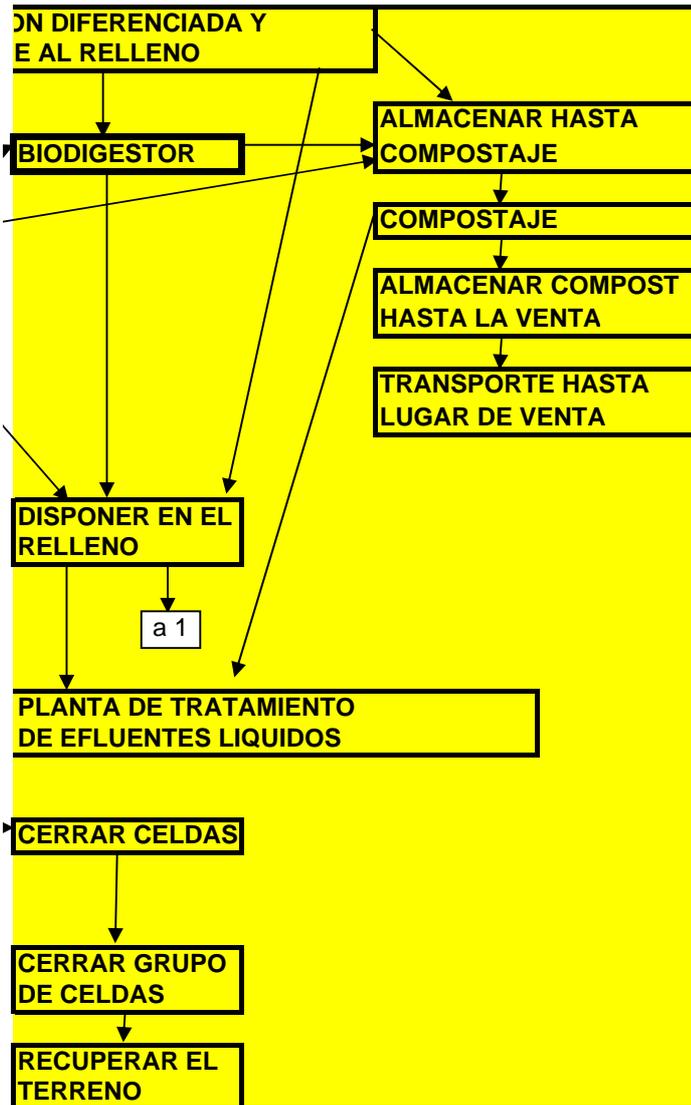
RSU
TIERRA
GEOMEMBRANA



DE PLANTA SEPARACION:
MATERIALES RECICLABLES
VIDRIO
PAPEL
PLASTICO

DE LA GESTION DE RSU DE TRES ARROYOS

MATERIA PRIMAS
 ESTIERCOL (RESIUDOS AGROINDUSTRIALES)
 BARROS DE TRATAM. PLANTAS
 DE EFLUENTES DE ALIMENTICIAS



RESIDUOS

Líquidos:
 Lixiviado de RSU
 Lixiviado de Planta Separacion
 Lixiviado de Compost
 Efluente liquido tratado
 Agua de escorrentia

Sólidos
 RSU dispuestos
 Barros de Planta de Tratamiento
 Embalajes de los productos

Gaseosos
 CH4 (relleno)
 SOx (caldera)
 NOx (caldera)
 CO (caldera)
 CO2 (caldera)
 Material Particulado (caldera)

PRODUCTO FINAL

| | |
|--------------------|-----------------------|
| DE RELLENO: | DE COMPOSTAJE: |
| TERRENO UTILIZABLE | COMPOST |
| EFLUENTE TRATADO | |

PLANTA DE SEPARACION

Se toma como referencia los datos de la Planta de Intendente Alvear La Pampa y los costos del Plan Nacional de Valorización de Residuos

| | | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------|
| TERRENO | UBICACION | En relleno sanitario | COSTO [u\$d] |
| | SUPERFICIE [Ha] | 0.4 | N/a |
| CONSTRUCCIONES | GALPON PRINCIPAL [m2] | | Incluido en Obra C |
| | OBRA CIVIL | | 90000 |
| | SERVICIOS | | No conoce |
| INSTALACIONES | SEPARACION | Cintas Transportadoras Tolvas | 13000 No conoce |
| | PRENSAS | Prensa Vertical (residuos metálicos) | 2000 |
| | | Prensa Horizontal (cartón, papel, plástico) | 4000 |
| | HORNO INCINERADOR | No | N/a |
| OTROS | Molino / Picadora Orgánicos Trituradora Plásticos Cinta elevadora Zaranda para Orgánicos Moledora / Picadora Escombros Chipeadora (Ramas – Plásticos) Generador de Electricidad | 6000 3500 No conoce 1.500 2500 6900 No conoce | |
| CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO | INSTALADA [Ton/día] | 3.5 | N/a |
| | UTILIZADA [Ton/día] | 3.5 | N/a |
| PERSONAL OCUPADO | PERSONAS: 9 empleados (300 dólares en promedio) | | 5400 |
| RECUPERACION | Se recibe RSU separado SECO de MOJADO | | N/a |
| | COMPOST | | N/a |
| | METALES, VIDRIO, CARTON Y PAPEL, PLASTICOS | | N/a |
| ECONOMIA DE PLANTA | INVERSION [u\$d] | | 130000 |
| | COSTO OPERATIVO [u\$d/mes] | | 5400 |
| | INGRESOS [u\$d/mes] | | No definido |

ESTRUCTURA DE COSTOS

OBRA CIVIL = 90.000 dólares

EQUIPAMIENTO = 39500. Falta definir algunos costos. La planta de Intendente Alvear gastó u\$d 73.000 en total en equipamiento.

COSTO OPERATIVO (Energía, Sueldos, Otros: transporte interno, transporte a venta, almacenamiento hasta la venta) = Sueldos 5.400.-

TIPOS DE PRODUCTOS Y CANALES DE VENTA DE LOS PRODUCTOS RECICLADOS

| <u>PRODUCTO</u> | <u>PESOS/Ton</u> | <u>Canales de Venta</u> |
|-----------------|------------------|-------------------------|
| PET | 100 a 300 | A definir |
| ALUMINIO | 600 a 700 | A definir |
| PAPEL Y CARTON | 60 a 150 | A definir |
| VIDRIO | 50 a 80 | A definir |
| METAL FERROSO | 10 | A definir |
| TEXTIL | 30 | A definir |
| | | |

ANEXO 3 – CAPITULO 4

CÁLCULOS RELACIONADOS A LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO

¿Por qué descarto uso de equipo pesado?

Imaginemos dos poblaciones con las siguientes características:

| Número de habitantes de la Población | Generación per cápita de residuos sólidos [kg/hab. por día] |
|---|--|
| A -250000 | 0.7 |
| B - 45000 | 0.7 |

Con fines comparativos, supongamos que en cada una de las dos poblaciones se utiliza para operar un relleno sanitario un pequeño tractor de orugas de 100 HP (D4) con las siguientes características:

Distancia de acarreo: 30 m

Empujador de hoja angulable

Velocidad de regreso: 4 km/h

Rendimientos corregidos para la eficiencia con basura y tierra en rellenos sanitarios:

| Material | Rendimientos del equipo^a (m³ / h) |
|-----------------|--|
| • Basura | 37 |
| • Tierra | 14 |

^a Los valores presentados son generales y solo deben servir como guía para el cálculo. Los rendimientos en cada región pueden ser consultados con los proveedores de los equipos.

Con base en la anterior información, se determinará la capacidad del equipo con la cantidad de basura recibida de cada población:

1. *Generación de basura*

Generación de basura = Población (hab.) * ppc (kg/hab/día) /1.000 = (t/día)

Población A = 250.000 * 0,7/1000 = 175 t/día

Población B = 55.000 * 0,7/1000 = 48 t/día

2. *Recolección de basura* (6 días a la semana, es decir, de lunes a sábado)

Población A = 175 t/día * 7/6 = 204,1 t/día

Población B = 48 t/día * 7/6 = 56 t/día

3. *Volumen de basura* (para una densidad de 0,6 t/m³ recién compactada)

Población A = $\frac{204.1 \text{ t/día}}{0,6 \text{ t/m}^3}$ = 340,1 m³/día

Población B = $\frac{56 \text{ t/día}}{0,6 \text{ t/m}^3}$ = 93.3 m³/día

4. *Material de cobertura* (se estima en 20% de la basura recién compactada)

Población A = 340,1 m³/día * 0,2 = 68 m³ de tierra/día

Población B = 93.3 m³/día * 0,2 = 18.7 m³ de tierra/día

5. *Tiempo del tractor de orugas* (en una jornada de 8 horas)

Población A

Basura = $\frac{340.1 \text{ m}^3/\text{día}}{37 \text{ m}^3/\text{hora}}$ = 9,19 horas/día

Tierra = $\frac{68 \text{ m}^3/\text{día}}{14 \text{ m}^3/\text{hora}}$ = 4,85 horas/día

Total 14,04 horas/día

Población B

Basura = $\frac{93.3 \text{ m}^3/\text{día}}{37 \text{ m}^3/\text{hora}}$ = 2.51 horas/día

Tierra = $\frac{18.7 \text{ m}^3/\text{día}}{14 \text{ m}^3/\text{hora}}$ = 1.33 horas/día

Total 3,84 horas/día

ANEXO 3 – CAPITULO 4

CALCULO DE LA MANO DE OBRA DEL RELLENO SANITARIO

Celda diaria = volumen de residuos sólidos + material de cobertura (20%)

$$\text{Volumen de DS} = \frac{33.000 \text{ kg/día}}{450 \text{ kg/m}^3} = 73 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de tierra} = \frac{73 \text{ m}^3}{\text{día}} \times 0,20 = 14.6 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de la celda diaria} = (70 + 14.6) \text{ m}^3/\text{día} = 84.6 \text{ m}^3/\text{día}$$

Ahora, de acuerdo con las distintas operaciones y rendimientos, se tiene:

| Operación | Rendimientos | Hombre/día |
|------------------------|--|-------------------|
| Movimiento de desechos | $\frac{33.0 \text{ t/día}}{0,95 \text{ t/hr} - \text{hom}} \times \frac{1}{6\text{hr}}$ | = 5.8 |
| Movimiento de tierra | $\frac{14.6 \text{ m}^3}{0,37 \text{ m}^3/\text{hr} - \text{hom}} \times \frac{1}{6\text{hr}}$ | = 6.6 |
| Total hombres | | = 12.3 |

O sea 12 hombres, más el que opere el tractor y el supervisor, serían 14 hombres.

| AÑO | POBLACION | PPC Producción per cápita | CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS | | |
|----------|-----------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|
| | | | Diaria kg/día | Anual (DS) ton | Acumulado ton/año |
| 1 = 2001 | hab | kg/hab*día | | | |
| | 1 | 2 | 3=1*2 | 4=0.8*3*365/1000 | 5=SUMA 4 |
| 1 | 57214 | 0,600 | 34328 | 10024 | 10024 |
| 2 | 57443 | 0,606 | 34810 | 10165 | 20189 |
| 3 | 57673 | 0,612 | 35299 | 10307 | 30496 |
| 4 | 57903 | 0,618 | 35795 | 10452 | 40948 |
| 5 | 58135 | 0,624 | 36297 | 10599 | 51547 |
| 6 | 58367 | 0,631 | 36807 | 10748 | 62294 |
| 7 | 58601 | 0,637 | 37324 | 10899 | 73193 |
| 8 | 58835 | 0,643 | 37848 | 11052 | 84244 |
| 9 | 59071 | 0,650 | 38379 | 11207 | 95451 |
| 10 | 59307 | 0,656 | 38918 | 11364 | 106815 |
| 11 | 59544 | 0,663 | 39464 | 11524 | 118339 |

66791,91903

| AÑO | VOLUMEN DE DESECHOS SOLIDOS | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| | COMPACTADOS | | | | ESTABILIZADOS | RELLENO SANITARIO | |
| | Diario m3 | Cobertura m3/día | Anual m3/año | Cobertura m3/año | | DS+mc Anual en m3 | Acumulado m3 |
| 1 = 2001 | 6=(3*0.8*(7/6))/450 | 7=6*0,2 | 8=6*365 | 9=7*365 | 10=3*365/600 | 11=9+10 | 12=SUMA 11 |
| 2001 | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | |
| 2005 | | | | | | | |
| 2006 | 76 | 15 | 27864 | 5573 | 22391 | 27964 | 27964 |
| 2007 | 77 | 15 | 28255 | 5651 | 22705 | 28356 | 56320 |
| 2008 | 78 | 16 | 28652 | 5730 | 23024 | 28754 | 85074 |
| 2009 | 80 | 16 | 29054 | 5811 | 23347 | 29158 | 114233 |
| 2010 | 81 | 16 | 29462 | 5892 | 23675 | 29568 | 143800 |
| 2011 | 82 | 16 | 29876 | 5975 | 24007 | 29983 | 173783 |

Total 34633

57928

COSTOS OPERATIVOS DE LAS MAQUINAS PRINCIPALES

| Año | RSU + mc m3/a | Para RSU+mc hs de Topado | Costo Topadora | Para la cobertura hs Cargadora | Costo Cargadora | Hs Camion | Costo Camion |
|------|------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 2006 | 33437 | 334,4 | 50156 | 79,6 | 7961 | 159,2 | 6369 |

| | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|
| 2007 | 33906 | 339,1 | 50860 | 80,7 | 8073 | 161,5 | 6458 |
| 2008 | 34383 | 343,8 | 51574 | 81,9 | 8186 | 163,7 | 6549 |
| 2009 | 34865 | 348,7 | 52298 | 83,0 | 8301 | 166,0 | 6641 |
| 2010 | 35355 | 353,5 | 53032 | 84,2 | 8418 | 168,4 | 6734 |
| 2011 | 35851 | 358,5 | 53777 | 85,4 | 8536 | 170,7 | 6829 |

| | | | | | |
|----------------|-------|--------------|-----------------|-----------|--------------|
| | m3 | hs Cargadora | Costo Cargadora | Hs Camion | Costo Camion |
| Cobertura fina | 10427 | 494,8 | 49475 | 297,9 | 11917 |

El esquema de cálculo se tomo del informe de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) **"Guía para el Diseño, Construcción y Operación de un relleno Sanitario Manual"**

Datos Relevantes para realizar el Cálculo:

Tasa de crecimiento = 0.4%. Datos de Censos de periodo 1991 a 2001

Tasa de crecimiento residuos = 1. Estimación

Habitantes de censo 2001 = 57214. Incluye todo el partido. No hay datos mas recientes.

Se estima la producción per capita de 2001 en 0.6 kg por habitante por día y se define que se incrementara en 0,1% cada año

Se calcula para 5 años de funcionamiento incluyendo 2006

$4 = 3 * 0.8$ = Se multiplica por 0.8 lo generado ya que 10 % va a ser recuperado en la planta de recuperación y 10% en los b

$6 = (3 * (7/6)) / Dc$ Los residuos sólidos producidos en una semana se llevan al relleno en los días de recolección. Normalmente (7 días de producción/ 6 de Recolección). Dc = Se considero Densidad Compactada de 450 kg/m³

$7 = 6 * \%$ de material de cobertura = Se calcula entre 20 y 25% del volumen de los residuos compactados

10 = Se considero que la De es 600 kg/m³

$13 = 12 / H$ H= es la altura estimada del relleno. Se determino en 5 metros (3 de profundidad y 2 sobre el nivel del suelo). El Nivel freático del terreno debe estar a 3 mts por debajo del fondo del relleno

$14 = 13 * F$ Siendo F el factor se asume 100% para estimar el area adicional debido a:

Se calcula entre 20 y 40 % del area calculada para:

Vías de Penetración

Áreas de caminos linderos

Instalaciones para la portería y sanitarias para los trabajadores

Patio de Maniobras

Se asume en total 40% para estos 3 puntos

Además se asume un 60% del area mas para:

Área de la Planta de Segregación y Compostaje (20%)

Área para Biodigestores (10%)

Área extras para evitar la cercanía de habitantes muy proximos al relleno (30%)

Abreviaturas

DS =Desechos Sólidos

mc=material de cobertura

Densidad de la Basura

Ds = Suelta = 200 a 300 [kg/m³]

Dc= Compactada = 400 a 500 [kg/m³]

De= Estabilizada = 500 a 600 [kg/m³]

| AREA REQUERIDA | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Relleno Sanitario m ² | Area Total m ² |
| 13=12/5 | 14=2*13 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| 5593 | 9508 |
| 11264 | 19149 |
| 17015 | 28925 |
| 22847 | 38839 |
| 28760 | 48892 |
| 34757 | 59086 |

| |
|-------------|
| Costo Total |
| 64486 |

| |
|-------|
| 65391 |
| 66309 |
| 67240 |
| 68184 |
| 69141 |

| |
|-------------|
| Costo Total |
| 61392 |

ə) de 2002

ño

iodigestores

ente entre Lun y Sabado

ielo)

| Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales | | IAEI N°: 002 | | | |
|---|--|---|---|-----------------------|--|
| 1 - Unidad / Sector: Operación del Relleno | | Fecha de Evaluación Inicial: 7 / 10 / 05 | | | |
| 2.- ACTIVIDAD / Situación específica identificada (Designación y Detalles): | | VÁLIDO hasta el : 02 /01 / 05 | | | |
| Derrame de lixiviado u otros efluentes líquidos en Recursos Hídricos y napa freática | | Grupo: Zapata - Lottici - Fajardo - Epelde - Dabove | | | |
| Condición Operativa | | | | | |
| <input type="checkbox"/> R Rutinaria | <input type="checkbox"/> NR No Rutinaria Previsible | <input checked="" type="checkbox"/> E No Rutinaria NO Previsible (Emergencia) | | | |
| A. Identificación de Aspectos Ambientales | | | | | |
| Listado tipificado de Aspectos Ambientales <i>Debe analizarse un solo Aspecto Ambiental por cada formulario</i> | | | | | |
| 1 | SUELO | 24 | Sustancias que afectan la capa de Ozono | 48 | Comerciales |
| 1 | Modificación de patrón de uso | 25 | | 49 | Transporte Fluvial |
| 2 | Alteración por excavación | 26 | Generación de gases y humos | 50 | Transporte Terrestre |
| 3 | Afectación por erosión | 27 | Generación de polvos y material particulado | 51 | |
| 4 | Afectación Capacidad de Drenaje - Anegabilidad | 28 | | | Recursos |
| 5 | | | R.HIDRICOS - AGUA | 52 | Consumo de Energía Eléctrica |
| 6 | | 29 | Sedimentos | 51 | Consumos Hídricos |
| 7 | | 30 | Derrames (en, hacia, ...) | 52 | Combustibles (Gas y Petróleo) |
| | Afectación por Disposición de Residuos | 31 | Afectación por Disposición de Efluentes | 53 | Consumo de Agua |
| 8 | Tóxicos y Peligrosos - Patógenos | 32 | Efluentes Cloacales | 54 | Consumo de Productos Químicos |
| 9 | Especiales NO peligrosos | 33 | Efluentes Industriales | 55 | Consumo de Recursos Naturales |
| 10 | Derrames - Residuos Líquidos - Químicos- PCBs | 34 | Drenaje de Agua de Lluvia | 56 | Consumo de Materias Primas |
| 11 | | 35 | | 57 | Consumo de insumos de Embalaje |
| 12 | Comunes y Domésticos | 36 | | 58 | |
| | FLORA | | SOCIAL | | |
| 13 | Natural | 37 | Exposición a Polvos (de diverso tipo) - Amianto | 60 | Afectación de Bienes Inmuebles |
| 14 | Implantada | 38 | Exposición a Ruido y Vibraciones | | Consecuencias |
| 16 | | 39 | Exposición a Olores | 61 | Afectación del Turismo |
| | FAUNA | 40 | Contaminación Visual - Paisaje | 62 | Actividad Industrial / Agrícola |
| 17 | Rutas Migratorias | 41 | Molestias en el transporte y desplazamiento | 63 | Desarrollo Industrial |
| 18 | Modificación Hábitats | 42 | Condiciones sanitarias | 64 | Reactivación Económica |
| 19 | | 43 | Oferta de Mano de Obra | 65 | |
| | ATMÓSFERA (Aire) | 44 | Subocupación- Cuentapropismo | 66 | |
| 20 | Radiaciones ionizantes y no-ionizantes | 45 | | | CULTURALES |
| | Afectación por Disposición de Emisiones | | ECONÓMICO | 67 | Lugares Históricos |
| 21 | Emisiones Colectadas (Tratadas) | | Necesidad de Infraestructura y Servicios | 68 | Espacios Recreativos |
| 22 | Emisiones Conducidas | 46 | Sociales | 69 | Espacios Culturales |
| 23 | Emisiones Difusas | 47 | Viales | 70 | |
| B. Evaluación de IMPACTOS Ambientales en Situación de Emergencia | | | | | |
| 1.- Posible ruptura de la geomembrana del relleno sanitario. | | | | | |
| 2.- Evaluación del IMPACTO en la Situación de Emergencia | | | | | Significación del Impacto Ambiental |
| Probabilidad de Ocurrencia | | Gravedad de las consecuencias | | | E = P X G |
| 1 Improbable | | 1 Insignificante | | E = 2 X 8 = 16 | |
| 2 Remoto | | 2 Dañina | | | |
| 4 Ocasional | | 4 Crítica | | | |
| 8 Muy Probable | | 8 Catastrófica | | | |
| 3.- ¿Existe algún procedimiento escrito para controlar la Emergencia? | | | | | SI / NO Cod / Nro.: PG 001 |
| 4.- ¿Existe algún requerimiento legal y/o corporativo asociado al Aspecto Ambiental? | | | | | SI / NO Cod / Nro.: Res 287/98 AGOSBA |
| 5.- Disposiciones inmediatas tomadas: No hay pues es una situación hipotética | | | | | Fecha de cierre : / / |
| NOTA: Suponemos que el comienzo de la operación del relleno es en Enero 2006 | | | | | |
| 6.- Acciones Correctivas / Preventivas: | | | | | Fecha de cierre |
| 1.- Asegurar que por debajo de la geomembrana se disponga de una capa de suelo con adecuado coeficiente de impermeabilización | | | | | 30/11/2005 |
| 2.- Asegurar la calidad y comprobar la resistencia de la geomembrana seleccionada en especial en las uniones. | | | | | 30/11/2005 |
| 3.- Asegurar que el sistema de drenaje de lixiviado se construya correctamente | | | | | 30/12/2005 |
| 4.- Cotizar la construcción de un doble fondo con cañería de colección de lixiviado para monitoreo de posibles pérdidas del primer fondo. | | | | | 30/10/2005 |
| Evaluar disponibilidad de fondos del municipio para afrontar el costo. | | | | | |
| 5.- Establecer un sistema de monitoreo de aguas subterráneas buscando posibles filtraciones. Tener en cuenta la hidrogeología para la distribución de los pozos de monitoreo. | | | | | 30/12/2005 |
| 7.- Reevaluación de la Emergencia: | | | | | Fecha de Reevaluación: / / |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> P= 2 | E = 2 X 4 = 8 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> G= 4 | | | |
| C. Evaluación de Impactos Ambientales en condiciones Rutinaria y No Rutinaria | | | | | |
| 1.- Aspecto Ambiental Analizado (especificar): | | | | | |
| 2.- Evaluación del Impacto Ambiental | | | | | |
| <input type="checkbox"/> A Sustancia / Factor = | <input type="checkbox"/> B Sensibilidad del medio receptor = | <input type="checkbox"/> C Area de influencia = | | | |
| <input type="checkbox"/> D Cumplimiento legal = | <input type="checkbox"/> E Frecuencia = | <input type="checkbox"/> F Cantidad / Volumen = | | | |
| <input type="checkbox"/> G Asuntos de la comunidad = | SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO(SUMA A+B+C+D+E+F+G) = | | | | |
| El Impacto evaluado es | | <input type="checkbox"/> | Significativo | | pues es > 0 = que : |
| | | <input type="checkbox"/> | No Significativo | | pues es < que: |
| Realizado por: Grupo indicado <i>Firma</i> <i>Aclaración</i> | | | | | |
| Revisado por: Grupo Indicado <i>Firma</i> <i>Aclaración</i> | | | | | |

| MATRIZ DE ANALISIS PRELIMINAR DE PELIGROS - BASURAL A CIELO ABIERTO | | | | | | | | | | | | | Area: | Construcción - Ope | | | | | | | | | |
|--|--|---|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|--|---|---|--|--|---|--|---|--|--|---|-------------------------------------|
| Identificar todos los Peligros concebibles en cada situación, indicando: | | | | | | | | | | | | | Ru: | Rutinaria | NoRu : | No Rutinaria | | | | | | | |
| Nº | Actividades/Tareas/ SITUACIONES / EQUIPOS / SISTEMAS / Instalaciones / Posiciones de Trabajo | Peligros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Caida de Persona a nivel (1) o desde altura (2) | Caida de Objetos de altura (3) | Derrumbes o desplomes (4) | Pisadas sobre Objetos (5) | Partículas (6). Sustancias nocivas (25) en los OTOs | Choque contra objetos, equipos (7) o Golpes por Objetos (8) | Aprisionamiento, atrapamiento (9) | Cortes con objetos filosos (10) | Esfuerzos físicos excesivos - Manejo manual inadecuado de cargas (11) | Jornada Prolongada, fatiga (38) | Falsos movimientos (12) o Movimientos Repetitivos (13) | Exposición al frío o al calor (14 y 15) | Radiaciones ionizantes, y no ionizantes (16 y 17) | Contacto con el fuego o materiales calientes (18 y 19) | Explosión o Implosión (20) o Incendio (21) | Asfixia (41), Inhalación (22), Ingestión (23) o contacto(24) con productos químicos | Iluminación Insuficiente (26) u otros asociados al diseño del puesto de trabajo (37) | Exposición a Ruidos (27) o Vibraciones (28) | Peligros Biológicos - Picaduras o mordeduras(29), exposición a virus(33), bacterias (34) u hongos (35) | Contacto con Animales y/o insectos(30) | Vehículos, atropellamiento (32) o choque (31) | Diferencias o Puntos con Máximos en |
| 1 | Construcción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Deforestación del terreno (arboles, arbustos, pastizales) | | | NR | | NR | | NR | NR | NR | | | | | | | | | NR | NR | NR | NR | |
| 1.2 | Preparacion del terreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | NR | | | NR | |

| | | | | |
|---|----------|------|----------|----|
| | 27/09/05 | Rev: | 31-09/05 | |
| inaria imprevisible | | | | |
| Provocar daños a Equipos o instalaciones (49) | | | | |
| Condiciones ambientales externas desfavorables (42) | NR | | | |
| Condiciones ambientales INTERNAS desfavorables (36) | NR | | | |
| Otros Peligros específicos del proceso (48) | | | | |
| Actitud Riesgosa | | | | |
| Lesión a Personas | NR | | | Ru |
| No Respuesta ante Emergencias. | NR | | | Ru |

| MATRIZ DE ANALISIS PRELIMINAR DE PELIGROS | | Proyecto Integrador Residuos Solidos Urbanos | | | | | | | | | | Area: | Construcción - | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---|--------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|--|---|---|--|--|---|--|---|--|----------------------------|--|--|
| Identificar todos los Peligros concebibles en cada situación, indicando: | | | | | | | | | | | | Ru: | Rutinaria | NoRu : | No Rutinaria | | | | | | | | |
| | | Peligros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Actividades/Tareas/ SITUACIONES / EQUIPOS / SISTEMAS / Instalaciones / Posiciones de Trabajo | Caída de Persona a nivel (1) o desde altura (2) | Caída de Objetos de altura (3) | Derrumbes o desplomes (4) | Pisadas sobre Objetos (5) | Partículas (6). Sustancias nocivas (25) en los OTOs | Choque contra objetos, equipos (7) o Golpes por Objetos (8) | Atrásamiento, atrapamiento (9) | Cortes con objetos filosos (10) | Esfuerzos físicos excesivos - Manejo manual inadecuado de cargas (11) | Tomada Prolongada, fatiga (38) | Falsos movimientos (12) o Movimientos Repetitivos (13) | Exposición al frío o al calor (14 y 15) | Radiaciones ionizantes, y no ionizantes (16 y 17) | Contacto con el fuego o materiales calientes (18 y 19) | Explosión o Implosión (20) o Incendio (21) | Asfixia (41), Inhalación (22), Ingestión (23) o contacto(24) con productos químicos | Iluminación Insuficiente (26) u otros asociados al diseño del puesto de trabajo (37) | Exposición a Ruidos (27) o Vibraciones (28) | Peligros Biológicos - Picaduras o mordeduras(29), exposición a virus(33), bacterias (34) u hongos (35) | Contacto con Animales (30) | Vehículos, atropellamiento (32) o choque | |
| 1 | Construcción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Limpieza del terreno del basural a cielo abierto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.1 | Movimiento de la basura (con maquinaria y manual) | | NR | | | NR | NR | NR | NR | | | | | | | | NR | | NR | NR | NR | N | |
| 1.1.2 | Deforestación del terreno (arboles, arbustos, pastizales) | | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | | | | | | | | NR | NR | NR | | |
| 1.2 | Obrador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.1 | Construcción | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.2 | Uso del obrador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | Desmantelamiento del obrador | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Preparación del terreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.1 | Nivelación de la superficie base del relleno | | | NR | NR | NR | NR | | NR | | | | | | | | | | | NR | | | |
| 1.3.2 | Movimiento de tierras para la preparación del sitio | | | | | NR | | NR | NR | | | | | | | | | | NR | NR | | | |

| IDENTIFICACIÓN de PELIGROS y EVALUACIÓN de RIESGOS | | IPER N°: 001 |
|---|--|---|
| 1.- Unidad / Sector: Construcción Residuos Solidos Urbanos | | Fecha de Evaluación Inicial: 31 / 08 / 05 |
| 2.- ACTIVIDAD / Situación específica identificada (Designación y Detalles): Limpieza del terreno del basural a cielo abierto | | VÁLIDO hasta el : 05 / 05 / 06 |
| Condición Operativa | | |
| <input type="checkbox"/> R Rutinaria | <input checked="" type="checkbox"/> NR No Rutinaria Previsible | <input type="checkbox"/> E No Rutinaria No Previsible (en Emergencia) |
| 3.- Lista de Peligros típicados (No es exhaustiva) | | |
| <i>Debe analizarse un solo peligro por cada formulario</i> | | |
| 1 Caída de persona a nivel | 18 Contacto con Fuego | 35 Hongos |
| 2 Caída de persona desde altura | 19 Materiales calientes | 36 Condiciones ambientales INTERNAS desfavorables |
| 3 Caídas de objetos de altura | 20 Explosión o implosión | 37 Asociado al Diseño del puesto de trabajo |
| 4 Derrumbes o desplomes | 21 Incendio | 38 Jornada prolongada. Fatiga |
| 5 Pisada sobre objetos | 22 Inhalación de prod. químicos | 39 Máquinas en movimiento |
| 6 Partículas en los ojos | 23 Ingestión de productos químicos | 40 Contacto con electricidad |
| 7 Choque contra objetos, equipos | 24 Sustancias tóxicas a la piel | 41 Asfixia |
| 8 Golpes por objetos | 25 Sustancias nocivas a los ojos | 42 Condiciones ambientales externas desfavorables |
| 9 Aprisionamiento, atrapamiento | 26 Iluminación insuficiente | 43 Interacción con Aparatos de izar |
| 10 Cortes con objetos filosos | 27 Exposición a Ruidos | 44 Contacto con Energía neumática y/o hidráulica |
| 11 Esfuerzos físicos excesivos - Manejo Manual inadecuado de Cargas | 28 Exposición a Vibraciones | 45 Contacto con Energía inercial |
| 12 Falsos movimientos | 29 Picaduras o mordeduras | 46 Exposición a Polvo |
| 13 Movimientos repetitivos | 30 Contacto con Animales | 47 NO RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS - E - |
| 14 Exposición al frío | 31 Choque de vehículos | 48 Otros Peligros específicos del proceso |
| 15 Exposición al calor | 32 Atropellamiento por vehiculo | 49 Provocar daños a equipos o instalaciones |
| 16 Radiaciones ionizantes | 33 Virus | 50 |
| 17 Radiaciones no ionizantes | 34 Bacterias | 51 |
| 4.- Cantidad de personas afectadas en forma directa: | | |
| 5.- Partes del cuerpo afectadas: Piernas, Brasos, Cabeza | | |
| 6.- Proceso, máquina o instalación afectada: Maquinaria Pesada | | |
| 7.- Evaluación del Riesgo: | | |
| Probabilidad de Ocurrencia | Gravedad de las consecuencias | R = P X G |
| 1 Improbable | 1 Insignificante | R= 4 x 2 = 8 |
| 2 Remoto X | 2 Dañina | |
| 4 Ocasional | 4 Crítica X | |
| 8 Probable | 8 Catastrófica | |
| 8.- ¿Existe JSA de la tarea? | SI / NO | Cod / Nro.: |
| 9.- ¿Existe algún procedimiento escrito para controlar el riesgo? | SI / NO | Cod / Nro.: |
| 10.- ¿Existe algún requerimiento legal y/o corporativo asociado al peligro? | SI / NO | Cod / Nro.: |