

Introducción

En la actualidad los hidrocarburos son una de las grandes bases energéticas de nuestra sociedad, pero son energías no renovables, es decir una vez que se agoten ,no podrán ser repuestas . Por lo tanto, científicos de todo el mundo se han dedicado a investigar la utilización de otros recursos energéticos para seguir moviendo al mundo, por ejemplo la energía solar y la nuclear que son dos grandes áreas de investigación. Pero también hay otras energías, menos conocidas y, por lo tanto, menos utilizadas. Estas son conocidas como inagotables, por que existirán siempre que exista nuestro planeta con sus actuales características. algunas de ellas, además de la energía solar y nuclear son, la energía geotérmica, la eólica y la oceánica y en forma más reciente la utilización de residuos orgánicos a través de un proceso llamado **biogas**

Cuando los desechos orgánicos inician el proceso químico de fermentación (pudrimiento), liberan una gran cantidad de gases llamados biogas. Con tecnologías apropiadas se puede transformar en otros tipos de energía, como calor, electricidad o energía mecánica. El biogas también se puede producir en plantas especiales: los residuos orgánicos se mezclan con agua y se depositan en grandes recipientes cerrados llamados digestores, en los que se produce la fermentación por medio de bacterias anaerobias.

Con sistemas como este se aprovecha una fuente de energía existente, como es la basura orgánica, y se valorizan sus potencialidades ya sea desde el punto de vista económico como social.

BIOGAS

El término biogas se refiere a los equipos contruidos para producir gas metano mediante la digestión anaerobia de los desperdicios de granja u otros tipos de biomasa, tales como estiércol, abono humano, residuos de cosechas, etc.

El biogas o gas metano se obtiene mediante un procedimiento de digestión, que es un proceso anaerobio, es decir, que debe producirse sin oxígeno.

Este tratamiento tiene por objeto descomponer materias orgánicas y/o inorgánicas en un digestor hermético, sin oxígeno molecular, prosiguiendo el proceso hasta que se produzca metano y dióxido de carbono. el proceso es una suma de reacciones bioquímicas provocadas por el cultivo de una mezcla de bacterias .

La descomposición se produce en dos fases:

1-. Fase de licuación.

2-. Fase de gasificación.

La primera fase la producen principalmente saprófitos, la mayoría de los cuales son bacterias que se producen rápidamente y no son tan sensibles a los cambios de temperatura.

En la segunda fase las bacterias transforman casi toda la materia carbonacea en ácidos volátiles y agua. las bacterias que forman metano con la ayuda de enzimas intracelulares transforman casi todos estos ácidos en metano y en dióxido de carbono.

Las bacterias que forman metano son estrictamente anaerobias, tienen un bajo porcentaje de reproducción, y son sumamente sensibles a los cambios de temperatura y de ph. En ausencia de bacterias metanógenas, solamente se produce el fenómeno de licuación de los excrementos, que los hace a veces más repulsivos que en su estado original, en cambio si en ciertas condiciones la licuación se produce más rápidamente que la

gasificación, la resultante acumulación de ácidos inhibe todavía más las bacterias metanógenas y el proceso de digestión funciona mal.

Por consiguiente ambos tipos de bacterias tienen que estar debidamente equilibradas.

Sin embargo, las condiciones óptimas para las bacterias gasificantes son también satisfactorias para las bacterias licuantes.

Los excrementos licuados en el digestor se llaman sobrenadantes, mientras que los sólidos estabilizados se llaman lodos digeridos. Ambos materiales tienen que extraerse a intervalos regulares del digestor, al objeto de evitar la inhibición del proceso anaerobio.

El proceso de digestión anaerobia se efectúa en un tanque hermético dentro del cual se regulan los factores ambientales y se dispone del espacio necesario para los sólidos y líquidos y para los gases que se generan.

Todo digestor bien proyectado debe tener tuberías de muestreo de por lo menos 7,5 cm de diámetro, tanto para el sobrenadante como para los lodos. Deben estar provistos de un mecanismo para la extracción de los lodos y sobrenadantes, a acumulación y expulsión de gases y la eliminación de los sólidos y de dispositivos de seguridad contra la explosión y para la purga del digestor.

COMPOSICIÓN DEL BIOGAS

- metano (ch₄).....55 a 70 %
- dióxido de carbono..... (co₂)30 a 40 %
- hidrógeno.....1 a 3 %
- gases diversos.....1 a 5 %

IMPORTANCIA DE UN SISTEMA EFICIENTE DE CONTROL DE BIOGAS

La operación de un relleno sanitario (digestor) genera, como principales contaminantes, líquidos percolados y biogas, los que de no ser controlados por métodos apropiados pueden dar origen a graves problemas de contaminación, que a su vez impactan negativamente en la calidad de vida de los seres vivos.

Siempre han ocurrido incidentes debido al gas de relleno sanitario, pero en los últimos años ha existido una tendencia al aumento. La razón para el aumento se atribuye a cambios en la composición de los residuos sólidos domiciliarios y al aumento en la generación de los residuos sólidos que ha provocado la necesidad de contar con rellenos sanitarios de mayor volumen.

los principales impactos causados por el gas de relleno pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

- Daños en las construcciones, determinado por explosiones y fuegos.
- Daños en la vegetación, reflejado en una degradación del follaje y de la zona radicular.
- Contaminación del aire, principalmente por emisiones de gas metano y su efecto invernadero.
- Impacto social, reflejado en malos olores, asfixia y explosión o fuegos.

En este contexto, los operadores de los rellenos sanitarios emplean distintos sistemas de control para la potencial migración superficial y sub-superficial del gas. Los sistemas de control se pueden clasificar como pasivos y activos, y para ambos casos se puede dar la destrucción térmica y/o recuperación del gas generado.

EFEECTO INVERNADERO

El CH_4 emitido a la atmósfera es considerado responsable del 20% del calentamiento global de la tierra durante la última década y su contribución es un tercio del CO_2 . Estudios realizados en Estados Unidos señalan que entre un 5% y 10% de las emisiones totales de CH_4 a la atmósfera tienen su origen en el gas de relleno sanitario. El CO_2 es considerado una simple emisión de dióxido de carbono, la cual se ha manifestado debido a la disposición de residuos tales como alimentos y papel.

Considerando que la disposición de residuos sólidos domiciliarios en relleno sanitario está presente en muchos países, especialmente en los en vías de desarrollo, y que se vislumbra una tendencia a su aumento, puede llegar a ser una de las más importantes fuentes de emisiones de metano, dióxido de carbono, así como de otros elementos, contribuyendo de manera significativa al efecto invernadero.

Por lo tanto, si queremos reducir significativamente éste efecto, es necesario aumentar la recuperación del metano del relleno sanitario o lograr una excelente combustión para generar dióxido de carbono, el cual exhibe un efecto mucho menor en el *efecto invernadero* que su precursor (metano).

EXPLOSIONES O FUEGOS

El principal problema asociado al gas de relleno dice relación con su explosividad, es decir, su capacidad de formar mezcla explosiva con el aire y la facilidad con la cual puede emigrar desde el relleno hasta áreas periféricas, en las cuales puede producir explosiones.

Esta emisión de productos gaseosos requiere que los operadores del relleno sanitario adopten todas las medidas tendientes a lograr su total control, a efecto de protegerse de peligros asociados con emisiones explosivas y gases tóxicos, como también a sus vecinos.

Los gases de relleno sanitario, tales como metano, hidrógeno y nitrógeno así como dióxido de carbono son significativamente peligrosos para la salud, por cuanto actúan como asfixiantes. Estos componentes del gas de relleno toman el lugar del oxígeno del aire en espacios cerrados y la falta de oxígeno en ambientes de trabajo o vivienda conlleva a la asfixia.

OLORES

Los problemas de olores se manifiestan en las etapas iniciales del proceso de descomposición de los residuos, y dependen de diversos factores tales como, contenido de humedad de los residuos, su densidad y profundidad del sitio, además de factores meteorológicos como humedad, temperatura, velocidad y dirección del viento.

En algunos casos los olores pueden ser detectados a considerables distancias, pudiendo llegar hasta varios kilómetros, siendo el motivo de queja más recurrente de los vecinos a los rellenos sanitarios, que de acuerdo a ellos son causantes directos de su estrés mental y psicológico.

El no deseado y característico olor de un relleno sanitario se debe principalmente a sus componentes (sobre 100), los cuales constituyen aproximadamente el 1% del total del biogas. Los olores de los componentes son además, en muchos casos tóxicos. Sin embargo, en la práctica parece que los potenciales olores del gas de relleno sanitario representan un problema ambiental mayor que un peligro tóxico. En efecto, las emisiones tóxicas peligrosas rara vez ocurren.

El peligro de explosividad parece ser el mayor riesgo asociado con el gas de relleno sanitario.

El sulfuro de hidrógeno es frecuentemente culpado de los malos olores, aún cuando de los componentes, no es el mayor contribuyente al conjunto de olores.

Otra responsabilidad debe ser atribuida a los mercaptanos (r-sh) y a un amplio rango de compuestos orgánicos volátiles.

MANEJO DE BIOGAS

Para prevenir situaciones de riesgo asociados al manejo de biogas se realiza una permanente manutención de las instalaciones y sistemas de captación de biogas, así como también del material de cobertura, para impedir la formación de mezclas aire-metano, dentro de rangos potencialmente explosivos (11-22%).

El relleno dispone de una serie de tuberías ranuradas, dispuestas en forma previa a la impermeabilización de las paredes, adosadas al desarrollo del talud, de modo que quedan entre el terreno natural y el sistema de impermeabilización de la pared. en estas tuberías se realizan monitoreos de la eficacia de la impermeabilización monitoreando periódicamente eventuales migraciones de biogas.

Si en las tuberías ranuradas instaladas en forma externa al área se detectara metano en concentraciones que afectara la seguridad del relleno, se procederá a realizar el agotamiento puntual de dichos tubos mediante la conexión directa a un ventilador, que succione ininterrumpidamente dichas migraciones. Si la fuga persistiera, se estudiará la posibilidad de realizar su captación y posterior conexión del biogas al sistema de extracción general. Si las migraciones no estuviesen restringidas a unos pocos puntos se procederá a realizar la construcción de una barrera interceptora de gases, similar a la existente en el relleno de lo Errázuriz, que permita controlar dicha migración a través de un programa de succión perimetral. Este sistema de interceptación deberá captar el biogas que sale fuera del área de relleno, funcionando ininterrumpidamente las 24 horas del día, impidiendo la salida de metano del recinto.

Con el propósito de prever la ocurrencia de incendios y de evitar su propagación se realiza un aseo constante del recinto, el desmalezamiento periódico y la mantención de las instalaciones y de un cordón corta fuego en todo el perímetro del recinto.

En caso de incendio se debe dar aviso inmediato al cuerpo de bomberos y se procederá a controlar el incendio con los recursos disponibles en el relleno sanitario mientras arriban los bomberos. Para ello la empresa debe contar con: 9 bomberos, 19 extintores pqs de 10 kg y 2 de 50 kg, una laguna con aprox. 600.000 litros de agua, una bomba sumergible instalada en la laguna, 2 carros aljibes con capacidad de 8000 litros cada uno con 2 salidas para mangueras de 72 mm con su correspondiente pitón, uno de los cuales está operativo en caso de emergencia, y un generador de energía eléctrica con tres focos de 1000 w cada uno. (Superintendencia de bomberos).

MONITOREOS DE BIOGAS

la generación constante de biogas al interior del relleno sanitario encierra peligrosos potenciales que requieren de un adecuado control con el fin de evitar situaciones de riesgo.

durante toda la operación del relleno después del término de su vida útil, es indispensable mantener un monitoreo permanente de todas las dependencias internas y del perímetro externo, con el fin de detectar cualquier migración de biogas que pudiera producirse.

la finalidad de esta medida preventiva es la detección anticipada de potenciales migraciones de gases combustibles al exterior del relleno sanitario que puedan ser peligrosas a las personas y al medio ambiente.

paralelamente, en forma diaria se observan otros indicadores que pueden reflejar emanaciones no medibles pero si observables, tales como marchitamiento de árboles y siembras, malos olores, etc.

LUGAR DE MONITOREO

El programa de monitoreo contempla la medición de biogas en todas las instalaciones actualmente existentes en el relleno sanitario. Actualmente se encuentra en ejecución la construcción de puntos de monitoreo adicionales a los existentes, los cuales ayudarán a reflejar el comportamiento del biogas en zonas y con la siguiente periodicidad:

Zonas Y Periodicidad De Monitoreos De Biogas

Zona	Periodicidad
Celda de relleno	Diario
Chimeneas de ventilación	Diario
Terreno natural adyacente	Diario
Instalación de faena	Semanal

METODOLOGIA

Las mediciones son realizadas con un metanómetro y/o exposímetro calibrado, y cada muestreo se toma con la ayuda de una sonda, de manera de obtener la muestra a una profundidad igual a la de la puntera y con manómetros para determinar presiones internas en los mismos puntos si correspondiera dicha acción.

La empresa debe contar con el personal técnico y equipamientos necesarios para realizar esta función. Los equipos necesarios para esta supervisión incluyen: cromatógrafo de gases, medidor portátil de gases modelo gasport ml 210, que mide metano, monóxido de carbono, oxígeno y ácido sulfhídrico, medidor portátil de oxígeno y manómetros.

Este monitoreo es complementario con análisis cromatográficos para determinar la composición del biogas, tomando muestras en los puntos más representativos y realizando los análisis en el laboratorio de la empresa.

INFORMES

Toda la información resultante de los monitoreos y análisis cromatográficos, es enviada al servicio de salud del ambiente, tal como se ha realizado desde la aprobación de este monitoreo por este organismo. una copia del informe es enviada a la **CONAMA** región metropolitana con la misma frecuencia realizada hasta el momento y en el número de copias indicadas por la autoridad.

MEDIDAS PARA EL CONTROL

A objeto de reducir los problemas derivados de emisiones descontroladas se debe exigir un alto estándar en el manejo y control del biogas.

Una correcta gestión del biogas, debe comenzar con un cambio de tecnología en el proceso de extracción del gas desde el seno del relleno sanitario, implementando un sistema forzado de extracción, por cuanto está comprobado que los sistemas pasivos sólo son capaces de extraer aproximadamente un 50% de éste, la fracción restante escapa a la atmósfera por las zonas planas y taludes, e incluso bajo el relleno sanitario, para los que no cuentan con ningún sistema de impermeabilización. Para finalizar se debiera efectuar la recuperación del **biogas** como fuente de energía, o en su defecto la destrucción térmica a altas temperaturas. Las temperaturas consideradas deben exceder los 1000 °c, por cuanto se logra una total combustión del metano, mayor constituyente del gas de relleno sanitario, y asegura la destrucción de todos los componentes, los cuales son difíciles de eliminar por otro tratamiento diferente de la combustión.

Finalmente, los operadores deben efectuar una correcta planificación de las distintas fases, para lo cual se deben realizar predicciones de las emisiones durante toda la vida útil del relleno sanitario, impacto olores en la

comunidad, mediante un continuo monitoreo de metano local en el aire ambiente, el cual debe ir acompañado de un chequeo continuo de las celdas de residuos, tendiente a verificar la aparición de grietas en los taludes y partes planas.

NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LAS ENERGÍAS CONVENCIONALES

Nuclear:

- Contaminación del agua.
- Basura nuclear.
- Produce mutaciones en los seres vivos.

Hidroeléctrica:

- Disconformidad en la población
- Cambio de clima
- Alteración de la fauna y la flora.
- Erosión en las orillas de los lagos produciendo gas del pantano (gas metano) con la descomposición de la biomasa.

Petróleo y gas:

- polución atmosférica.
- Contaminación del medio ambiente.
 - Alteración de la flora y fauna.

Ventajas que proporcionan las energías alternativas

- No consumen combustibles.
- Son fuentes de generación inagotables.
- No contaminan el medio ambiente.
- No producen mutaciones en los seres vivos.
- No producen alteran del clima.
- No altera el equilibrio de la flora y la fauna.

Reservas

Fuentes de energías.

- Petroleo40 años.

- Gas natural60 años.
- CarbónVarios años altamente contaminante.
- NuclearSin restricciónProduce alteraciones.
- HidraulicaLa explotan en ¼ del potencial (mundial).

Energía no convencional.

- Geotermia En continuo crecimiento.
- Biomasa En aumento.
- Eólica En desarrollo.
- Fotovoltaica..... improvable rentabilidad.

CONCLUSIONES.

Los digestores cumplen una función ecológica ideal: reciclar totalmente los desechos a un costo muy bajo, pero como contrapartida emite olores desagradables para quien no esta acostumbrado al sistema.

La construcción de los biodigestores, requiere de escasa inversión, ya que se utilizan materiales comunes de fácil acceso: tambores, cámaras de mampostería y cañerías estandarizadas.

Los rellenos sanitarios, tienen generalmente una ubicación periurbana y por lo tanto afectan tanto a los sectores urbanos, para los que son una necesidad sanitaria, como a los rurales. Los afectan en ambos sentidos, positivo y negativo, ya que si no son adecuadamente controlados contaminan al medio ambiente donde se encuentran, pero al producir biogas se pueden constituir en polos de desarrollo industrial, agroindustrial o agrícola directamente.

Respecto a la realidad de nuestro país, los digestores anaerobios no son utilizados como un sistema de extracción de biogas, el proceso que se utiliza es sin mayores inversiones. Las empresas sanitarias utilizan el vertedero, acumulan basura, por lo general la tapan con tierra y esperan el proceso de descomposición anaerobia, el cual solo se produce en una media del 50%, puesto que al no haber un tratamiento adecuado existe siempre la presencia de aire, lo cual inhibe a las bacterias metanogenas.

Desde el mundo empresarial, no existe un interés mayor, puesto que es un tipo de energía que para la mayoría es desconocido. Además, como la producción de gas no es inmediata, no les parece rentable.

En el ámbito gubernamental, tampoco existe el interés de informar, aprovechar y rescatar es tipo de energía, esto en referencia a la realidad que viven otros países de latino América, como es el caso de Brasil, Uruguay y Venezuela; los cuales han generado proyectos de tratamientos de la basura y utilización del biogas, incluso al nivel de casas particulares, con pequeños biodigestores y a un costo muy bajo.

También se aprecia una falta de interés, por el hecho de que no exista legislación ni normativa para la producción de este tipo de gas.

Será que nos enteraremos de los últimos de lo beneficioso que puede dar este gas, acaso, no nos evitaríamos problemas con esta energía, pensemos por ejemplo en la CENTRAL RALCO, destinada a la generación de energía hidroeléctrica, que para funcionar necesita de un embalse que cubrirá 2.000.000 de hectáreas de tierras

cultivables y bosque nativo. Que pasaría si utilizamos el gas metano producido en los grandes vertederos como fuente energética para una planta de energía electrotérmica, incluso no generaríamos los desechos que produce la combustión de petróleo.