

“Diseño de un Sistema de Producción de CO₂ para Consumo Humano a partir de las emisiones Generadas en un Relleno Sanitario”

AUTOR

Quispe Solano Roldan Heivis

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
CENTRO DE ESTUDIO E INVESTIGACION DEL MEDIO AMBIENTE-CEIMA

Av. Juan Pablo II 306, Bellavista – Callao Teléfono: (051) 988062555 – RPM:*221029

RESUMEN

El presente proyecto se pretende demostrar que las emisiones generadas en un relleno sanitario que contaminan el ambiente, pueden ser aprovechadas para obtener CO₂ de alta pureza para consumo humano; en cantidades suficientes como para cubrir una parte de la creciente demanda de un mercado cada vez más exigente, actualmente viene siendo un problema cada vez más crítico la generación de emisiones en el planeta produciendo el calentamiento global. Para llegar al objetivo, se diseñara un sistema de captura y recuperación gases emitidos por la reacción y descomposición de los residuos sólidos para producir CO₂ de alta pureza para consumo humano, con el fin de optimizarlo para las condiciones propias del lugar. Los gases serán capturados en un tanque de almacenamiento siendo enfriado a temperatura ambiente, luego será quemado con aire del ambiente, purificado, comprimido, secado, licuado y almacenado. El CO₂ obtenido será analizado para determinar el grado de pureza del CO₂ y de otros gases (O₂, N₂, S_{total}, C₂H₄O, CO, hidrocarburos Volátiles como metano, olor, sabor y apariencia en agua).

Palabras clave: Sistema de recuperación de CO₂, producción de CO₂.

ABSTRACT

This project aims to demonstrate that the emissions generated in a landfill polluting the environment, can be exploited to obtain highly pure CO₂ for human consumption in quantities sufficient to cover part of the growing market demand for increasingly demanding, an issue currently is being increasingly critical generation of emissions on the planet causing global warming. To reach the objective, design a recovery system for capturing and gases emitted by the reaction and decomposition of solid waste to produce high purity CO₂ for human consumption in order to optimize the conditions of the place. The gases will be captured in a storage tank being cooled to room temperature, then be burned with ambient air, purified, compressed, dried, liquefied and stored. The CO₂ obtained will be analyzed to determine the purity of CO₂ and other gases (O₂, N₂, S_{total}, C₂H₄O, CO, volatile hydrocarbons such as methane, odor, taste and appearance in water).

Keywords: CO₂ recovery system, CO₂ production.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la concentración de los gases en la atmosfera, generados por la gran cantidad de residuos sólidos que se generan en las diferentes poblaciones urbano y rural debido a la explosión demográfica, esto ha provocado que en algunos casos tengan problemas severos de contaminación en mares y ríos, suelos y el aire, llegando incluso a las denuncias

de pobladores adyacentes a los botaderos por el mal olor, enfermedades y proliferación de moscas, ratas, cucarachas, etc. Así como también afectando a los sistemas productivos del lugar. En consecuencia de no contar con rellenos sanitarios abastos para la gran generación de los residuos sólidos en las diferentes poblaciones el Estado implementara mas rellenos sanitarios, pero con esto no basta motigar la contaminación puesto que del

tratamiento de los residuos sólidos se generan gases de efecto invernadero provocando así el aumento de la temperatura en la tierra, mas no ofrece una solución inteligente en darle un valor agregado a estas emisiones generadas al ambiente, esto significa un incremento en los impuestos a los predios para financiar el mantenimiento de dicho proyecto.

La tecnología de los tratamientos de residuos sólidos han tenido relativo éxito hasta el momento; La empresa Petramas SAC en Perú, generara 4.4 MWh de energía con una aproximado aporte de 3000 Tn/día de residuos sólidos que se trata en el relleno sanitario de Huaycoloro que funcionara a partir del 01 de julio del 2011.

Es por ello que con esta investigación se pretende, dar una opción saludable y económicamente atractiva de tratamiento de residuos sólidos, el cual no solo disminuiría considerablemente la nocividad de estos desechos, sino que se obtendría como subproducto CO₂ de alta pureza para consumos humano puesto que estas en la actualidad se generan con petróleo o gas natural agotando este recurso natural que ahora es utilizado como fuente de energía en diferentes sectores de la población. Esto no es nuevo para algunos países desarrollados que han demostrado la viabilidad de dicho sistema.

Objetivo.

1. Demostrar que los gases generados en el tratamiento de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios, pueden ser aprovechadas para producir CO₂ de alta pureza para consumo humano, beneficiando así a los pobladores aledaños y reduciendo el calentamiento global.

Hipótesis.-

1. Es posible obtener CO₂ de alta pureza en un relleno sanitario para ser utilizado como fuente de consumo humano.

PROCEDIMIENTO Y MÉTODOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CO₂.

PRIMERA ETAPA:

Recuperación de gases generados por la reacción y descomposición de los residuos sólidos.

La metodología que se utiliza está orientada a la captura de los gases para maximizar la producción de CO₂.

La captura de los gases se realizara mediante un sistema de redes de tuberías

en cada poza de tratamiento en el relleno sanitario.

Tabla 1: Porcentaje de generación de gases en un relleno sanitario. Fuente: Ham, 1979.

COMPOSICIÓN DEL BIOGAS EN UN RELLENO SANITARIO

COMPONENTE	%
Metano	47,4
Dióxido de Carbono	47
Nitrógeno	3,7
Oxígeno	0,8
Hidrocarburos parafinados	0,1
Hidrocarburos de ciclo aromático.	0,2
Hidrógeno	0,1
Sulfuro de hidrógeno	0,01
Monóxido de carbono	0,1
Trazas otros compuestos	0,5

Fuente: Ham, 1979

Tuberías para captura de gases en las pozas de tratamiento en un relleno sanitario

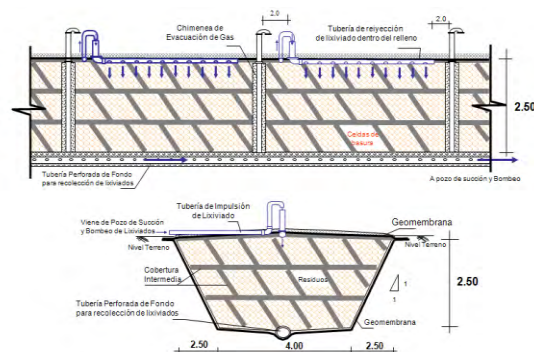


Fig 1: diseño y medidas para captura de gases de las pozas de tratamiento.

El sistema de redes de tuberías para captura de gases en las pozas un relleno sanitario.

CAPTACIÓN MEDIANTE SUCCIÓN CENTRALIZADA

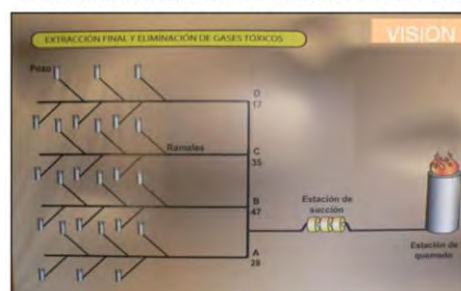


Fig 2: sistema de captación de gases de las pozas.

Tanque lavador de agua (primer lavado)

El tanque lavador de agua, depurador de gas, retira y quita las impurezas

como el hollin la cual estas estarán inicialmente en condiciones normales de T° a 25 °C y 1atm de presión como primera fase para bajar la temperatura de los gases que ingresaran al tanque de almacenamiento, para el proceso de producción de CO₂.

Balón, almacenamiento de gases en proceso

Equipo estático inflable de jebe reforzado con fibra de lona especial para la industria de alimentos, auto soportado sobre base de estructura metálica tubular con cuatro columnas arriostradas entre sí de acero inoxidable a una altura sobre el piso de cuatro metros la parte más baja.

Es el pulmón enlazado con la línea principal de abastecimiento de gas al Equipo de succión para suministrar en forma eficiente, controlada y suficiente.

SEGUNDA ETAPA:

Proceso de Generación de CO₂.

En esta etapa los gases recuperados en el balón de almacenamiento serán llevados a un hervidor de legía para ser quemados con el aire del ambiente.

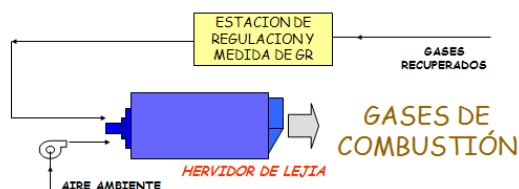


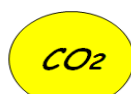
Fig 3: Ingreso de los gases recuperados al hervidor de lejía.

Gases de combustión

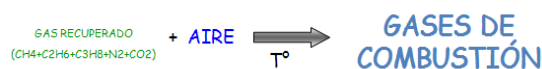
Gas recuperado + Aire \Rightarrow Gases de Combustión



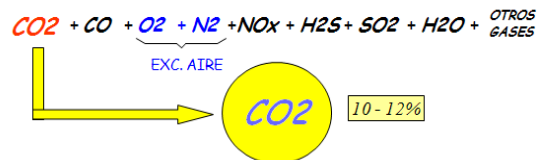
12-13%



Reacción de combustión



COMPOSICIÓN GASES DE COMBUSTIÓN :



Proceso de Purificación del CO₂.

Comprende la eliminación gradual de los gases residuales productos de la combustión con la finalidad de obtener el CO₂.



Torre Lavador de Agua (segundo lavado)

Lavado de gases de combustión para limpiarlo de SO₂, CO ,... (Eliminación de hollín)

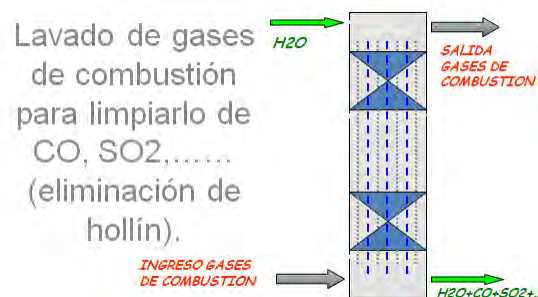


Fig 4: Proceso interno de la torre lavador de agua.

Torre Lavador de Soda

Eliminación de compuestos de azufre (SO₂).

Características del Carbonato de Sodio:

- pH de : 7,5 a 9,0
- Concentración : 20 a 110 g/L
- Densidad : 5,0 a 9,0 °Be



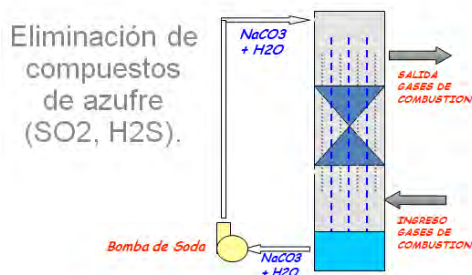


Fig 5: Proceso interno de la torre lavador de soda.

Torre de Absorción

Proceso por el cual la Monoetanolamina (absorbente) atrapa el CO2 presente en los gases de combustión. Los demás gases no se absorben y por una torre de recuperación se envían al medio ambiente. Características de la Monoetanolamina (MEA)

- pH : 10 a 12
- Concentración : 1,2 a 3,5 Normal
- Densidad : 8 a 13 °Be
- Temperatura Absorción : 38 a 55 °C

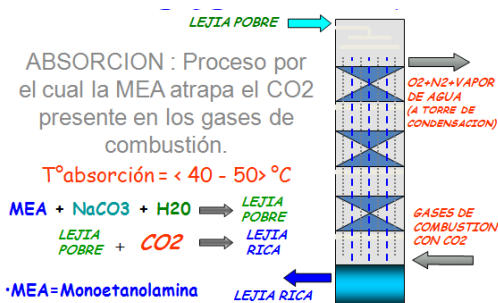
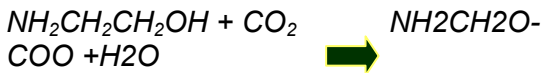


Fig 6: Proceso del funcionamiento interno de la torre de absorción.

Torre de Desorción.

Proceso por el cual la lejía rica (CO₂ + MEA) desprende el CO₂
T° = < 90 - 100 > °C



Fig 7: Proceso del funcionamiento interno de la torre de desorción.

Torre Lavador KMnO₄

Desulfurización de gases remanentes como trazas de SO₂ y H₂S llevándose a cabo la destrucción de ellos con el KMnO₄.

PURIFICACION TORRE LAVADOR KMnO₄

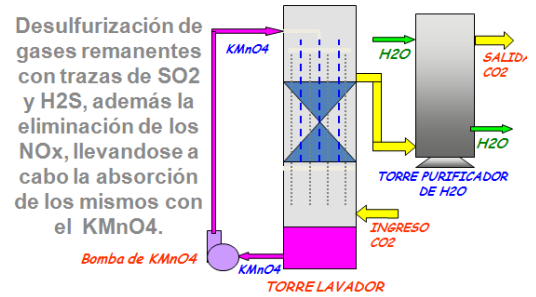


Fig 7: Proceso del funcionamiento interno de la torre lavador de KMnO₄.

Compresión del CO₂.

Comprende la elevación de la presión del CO₂ por medio de un Compresor de dos etapas con enfriamiento intermedio desde los 0.05 bar (20" H₂O) hasta los 25bar.

Parámetros de compresión.

1ra Etapa

T°succión=23-25°C; Pres.succión=20-40inH₂O
T°descarga=110-135°C; Pres.descarga=3-5bar

2da Etapa

T°succión=28-44°C; Pres.succión=3-5bar
T°descarga=120-160°C; Pres.descarga=18-25bar

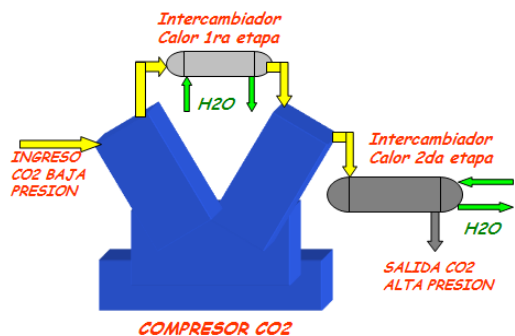


Fig 8: Proceso compresión del CO₂.

Secado del CO₂.

Consiste en deshumedecer el gas carbónico de alta calidad por el fenómeno de ADSORCIÓN a una temperatura de 30 a 60 °C empleado como medio adsorbente sílica de gel.

Parámetros de secado.

Secado	$T^{\circ}\text{operación} = 30-60^{\circ}\text{C}$ $T^{\circ}\text{ingreso} = 90-150^{\circ}\text{C}$ $T^{\circ}\text{salida} = 65-110^{\circ}\text{C}$
Regeneración	

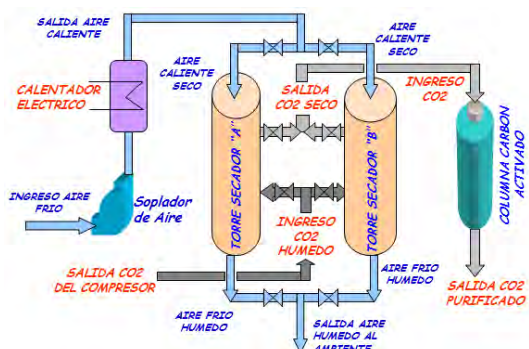


Fig 9: Proceso secado del CO₂.

Licuación (Refrigeración) del CO₂.

Se produce el cambio de fase del CO₂ en estado gaseoso a CO₂ en estado líquido por refrigeración, empleando como refrigerante Amoniaco NH₃. El CO₂ líquido se obtiene a una temperatura de -28 a -30°C y presión de 350 a 380 psi.

El amoniaco trabaja en un circuito cerrado emplea un compresor con las siguientes características:

- * Presión de Succión : de 0 a 15 psi
- * Presión de Descarga : de 140 a 200 psi
- * Características de NH₃

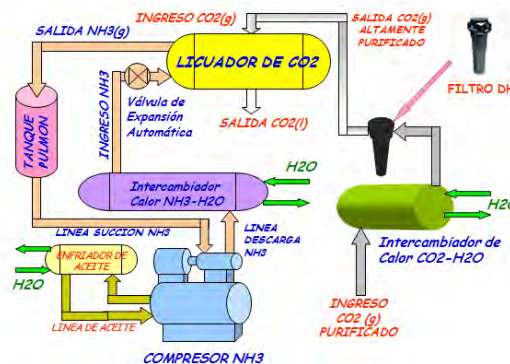
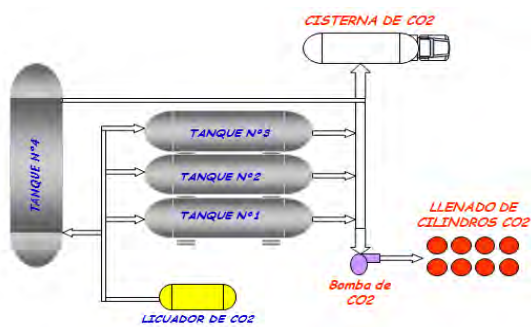


Fig 10: Proceso de Licuación del CO₂.

Almacenamiento del CO₂.

Se almacenan en tanques de gran capacidad que posee una cubierta de aislante térmico, y un sistema de refrigeración para que el CO₂ líquido no pase a la fase gaseosa y mantener una presión adecuada (350 a 380 psi)



RESULTADOS

De la combustión completa generada a los gases recuperados solo se recupera entre un 12% – 13% de CO₂, con esto se contribuye también a la disminución de los gases de efecto invernadero en el ambiente.

Para ver la factibilidad de recuperación del CO₂, será por cada Kg de gas recuperado en el relleno sanitario se generara 0,45 Kg de CO₂ de alta pureza para el consumo humano.

Disminución de del consumo de la materia prima como el petróleo y gas natural para la generación del CO₂, para esta ser utilizadas como fuente de energía para llevar a mas hogares.

La metodología de cálculos para la

obtención del CO₂, serán presentados en la exposición final del concurso de proyectos del ECI.

DISCUSION

Es importante tener un sistema de control automático para el funcionamiento del sistema de producción de CO₂, puesto que algún error o descuido, afectará a los resultados esperados.

Todo muestreos de análisis deben ser conducidos por personal entrenado para obtener resultados exactos en una manera segura. Todas las reglas de seguridad aplicables y prácticas deben ser seguidas. En particular requerimientos de todas las Hojas de Datos de Material de Seguridad (MSDS), para trazas de impurezas de CO₂ y equipos de prueba deben ser utilizados en una área bien ventilada.

La variación de temperatura y presión afecta a las maquinas en operación y reducirá la cantidad de CO₂ a recuperar por eso es necesario la verificación cara cierto tiempo para ver la variación de estos parámetros.

CONCLUSIONES

Sería recomendable construir más rellenos sanitarios en el país puesto que sería un bus sistema de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.

Las emisiones generadas en el sector energético y petrolero podrían ser aprovechadas previo estudio realizado.

AGRADECIMIENTOS

Universidad Nacional del Callao
Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales
Centro de Estudios e Investigación del Medio Ambiente – CEIMA.

Sr. Alberto Choy
Gerente General de Tecnogas S.A
Ing. Fernando Ayllon Amasifuen
Jefe de producción – Tecnogas S.A

Bach. Ing. Ambiental y de Recursos Naturales Oscar Borda Preciado.

REFERENCIAS

[1]	Pautas de la Calidad y Bibliografía Analítica del Procedimiento, International Society of Beverage Technologists.
[2]	Método proporciando por Messer de UK (Reino Unido)
[3]	Método desarrollado internamente por Liquid Carbonic/praxair.
[4]	Compendio de especificaciones de aditivos en alimentos. Addendum 5; juntos FAO/WHO comité de expertos de aditivos en alimentos (JEFCA)-1997
[5]	Intenational Society Of Beverage Technologies CO ₂ Quality Guidelines (sociedad internacional de tecnólogos de la bebida pautas de calidad del CO ₂)
[6]	http://www.ascoco2.com/es/productos/plantas-de-produccion-de-co2/

E-mail: roldan_ceima@hotmail.com.