Resultados del Estudio de Pre-Viabilidad del Relleno Sanitario El Trébol

Brian Guzzone
U.S. Environmental Protection Agency
Landfill Methane Outreach Program (LMOP)

Taller USAID/USEPA,
Ciudad de Guatemala,
Guatemala
25 de octubre del 2005

Temas

- **Introducción**
- **Posibles sistemas de colección, utilización y control de biogás**
- **Evaluación de costos del proyectos**
  - Costos del sistema de colección y quema
  - Costos de proyecto para la generación de electricidad (planta eléctrica)
  - Costos de proyecto de uso directo
- **Evaluación económica**
- **Estimado de reducción de emisiones de metano**
- **Conclusión**

Introducción

- **Objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad económica y técnica de proyecto de utilización de biogás**
  - Proyecto para generación de electricidad (planta eléctrica)
  - Proyecto de uso directo
- **Estimados de recuperación de biogás indican que ambos proyectos son técnicamente viable con los sistemas de colección y utilización presentados a continuación**
- **Para la viabilidad económica se evaluó los costos de construcción y operación con los ingresos (ganancias) del proyecto**

Sistema de Colección de Biogás

- **40 pozos verticales para la extracción del biogás**
  - Diseño de pozos será semejante a pozos de prueba de extracción
  - Profundidad de pozos varia con profundidad de residuos sólidos
  - De 1/2 a 2/3 partes del pozos tendrá tubería perforada
  - Espacio entre pozos: ~1 pozo por acre (0.4 hectárea) basado en estimados de ROI

Sistema de Colección de Biogás

- **Aproximadamente 4500 m de tubería tipo HDPE**
  - Tubería conectara los pozos de extracción con la estación de quema y planta de electricidad o la estación de compresión (para proyectos de uso directo)
  - Incluye tubería principal y lateral

Sistema de Colección de Biogás

- **Sistema de colección de lixiviados**
  - La humedad penetras los residuos formando lixiviados que se acumulan en los pozos.
  - Bombas serán instaladas en los pozos de extracción para extraer los líquidos
- **Sistema del Manejo de Condensado**
  - Condensado es un liquido que se acumula en la red de tubería según se enfría el biogás
  - El condensado se recolecta en trampas de condensado luego se extrae

Estación de Quema

- La estación de quema es necesario para asegurar que todo el biogás recolectado es quemado cuando la planta de electricidad o la estación de compresión no esta operando

Estación de Quema

- **Componentes de Estación de Quema:**
  - Quemador tipo cerrado con capacidad de 1,500 ft^3/minuto (2,550 m^3/hora) capacidad (basado en capacidad máxima de flujo de biogás)
  - Bomba de succión para vacío aplicado a red de pozos

  - Válvulas de control de flujo, instrumentos de medición

Planta de Electricidad

- **Planta de electricidad con capacidad de 2.12 MW**
  - Incluye dos 1.06 MW motores de combustión interna e instrumentos de medición
  - Requiere 754 ft^3/minuto (1,282 m^3/hora) de biogás para operar
  - Se puede aumentar tamaño de la planta según aumente cantidad de biogás disponible
  - Análisis económico asume capacidad máxima de 2.12 MW

Proyecto de Uso Directo

- **Tubería para trasladar biogás hasta el usuario :**
  - Planta de reciclaje de plástico (Ecoplast) cerca del relleno sanitario o
  - Cervecería localizada a 2 millas (~3 Km.) del relleno sanitario
- **Componentes para proyecto de uso directo incluyen:**
  - Filtro, compresor, unidad de deshidratación en el relleno sanitario
  - 0.2 millas (~0.3 Km.) de tubería para trasladar biogás hasta la planta Ecoplast
  - 2 millas (~3 Km.) de tubería para trasladar biogás hasta la cervecería
  - Flujo diseñado = 789 ft^3/minuto (1,341 m^3/hora) = 24 mmBtu/hora basado en recuperación proyectada de biogás en el 2007

Costos del Sistema de Colección y Quema

- **Estimado de costo de construcción: $1,761,400***
  - Costos incluyen ítems presentados anteriormente
  - Ítems adicionales también incluidos son: movilización, administración del proyecto, pruebas, ingeniería y contingencia y costos de matricula del proyecto para reducciones de emisión
- **Estimado de costo anual de operación y mantenimiento*:**
  - $176,000 para operación y mantenimiento de estación de quema y red de pozos
  - $41,000 para pozos nuevos y tubería (asume 2 pozos nuevos/año mientras el relleno siga operando)
  - $30,000 para matricula, monitoreo y verificación de reducciones de emisión

***Todos estimados de costo son en 2005 USD y no incluyen precio de inflación**

Costos de Proyecto de Planta de Energía

- **Estimado de costo de construcción: $3,264,400***
  - Costos incluyen ítems presentados anteriormente
  - Ítems adicionales también incluidos son: movilización, construcción de planta, administración del proyecto, ingeniería y contingencia y interconexión eléctrica
- **Estimado de costo anual de operación y mantenimiento: $280,000***
  - Incluye operación y mantenimiento de planta de energía como: mano de obra, equipo para pruebas, mantenimiento y reparaciones y reemplazo de equipo

***Todos estimados de costo son en 2005 USD y no incluyen precio de inflación**

Costos de Proyecto de Uso Directo

- **Estimado de costo de construcción: $950,000***
  - Costos incluye ítems presentados anteriormente e ingeniería y contingencia
- **Estimado de costo anual de operación y mantenimiento para planta de compresor y tubería: $100,000***

***Todos estimados de costo son en 2005 USD y no incluyen precio de inflación**

Ganancias del Proyecto

- **Ganancias del proyecto surgen de las siguientes:**
  - Venta de reducciones de emisión por la combustión del metano
  - Posibles ventas de electricidad del proyecto de planta de energía
  - Posibles ventas de biogás a usuario en proyecto de uso directo

Evaluación Económica

- **Suposiciones para el sistema de colección y quema:**
  - Evaluación considera un periodo de 15 años, 2006 – 2020
  - Sistema de colección y estación de quema comenzara a operar en julio del 2006
  - Incluyen dos opciones de financiamiento:
    - **Sin financiamiento (aplicación de 100% de costos de capital inicial)**
    - **75% de financiamiento (25% de inversión de patrimonio)**
  - Dos escenarios de precio por reducciones de emisión:
    - **$5 por tonelada equivalente de CO_2**
    - **$6 por tonelada equivalente de CO_2**
  - Tasa de interés = 8% (aplicado al financiamiento y el análisis del NPV)

***Todos estimados de costo son en 2005 USD**

Evaluación Económica

- **Suposiciones sobre el sistema de colección y quema:**
  - Inversión de capital inicial para la construcción del sistema será en 2006
  - Periodo de financiamiento = 10 años
  - Pago al Dueño del relleno por el biogás = $0.35/mmBtu con aumento anual de 3%
  - Costos de operación y mantenimiento aumentaran un 3% anualmente
  - Acceso a la mayoría del relleno para la instalación de pozos

***Todos estimados de costo son en 2005 USD**

Evaluación Económica

- **Suposiciones para proyecto de planta de energía:**
  - Planta de 2.12 MW operara del 2007 al 2020
  - Carga parasita de 7%; Factor de capacidad de 90%
  - Toda la electricidad generada será vendida a otros inicialmente a $0.06/kWhr, con un aumento anual de 3%
- **Suposiciones para proyecto de uso directo**
  - Ambos proyectos operaran del 2007 al 2020
  - Requerirá 2.2 millas (~3.5 Km.) de tubería
  - Factor de capacidad de 90%
  - Aproximadamente 189,000 mmBtu/año serán vendidos inicialmente a usuarios al precio de $5/mmBtu, con un aumento anual de 3%

***Todos estimados de costo son en 2005 USD**

Evaluación Económica

- **Resultados de evaluación del proyecto de planta de energía:**

Precio de Reducción de Emisión ($/tonelada)	Inversión de Patrimonio (%)	Valor Neto al Presente (NPV) (x1000 $)	Tasa Interna de Retorno (%)
5	100	$851	11.5%
6	100	$1,345	13.7%
5	25	$711	15.8%
6	25	$1,205	22.7%

***Todos estimados de costo son en 2005 USD**

Evaluación Económica

- **Resultados de evaluación del proyecto de uso directo:**

Precio de Reducción de Emisión ($/tonelada)	Inversión de Patrimonio (%)	Valor Neto al Presente (NPV) (x1000 $)	Tasa Interna de Retorno (%)
5	100	$4,645	37.3%
6	100	$5,109	41.4%
5	25	$4,570	91.6%
6	25	$5,034	108.3%

***Todos estimados de costo son en 2005 USD**

Evaluación Económica

- **Resumen de resultados de evaluación proyecto:**
  - Ambos proyectos de planta de energía y uso de directo tienen resultados favorables – estimados positivos de valor neto al presente (NPV) y tasa interna de retorno (IRR)
  - Proyecto de uso directo tienen estimados de NPV e IRR mas altos que proyecto de planta de energía
    - **Uso directo tuvo resultados mas favorables económicamente dado a bajos costos de inversión y de mantenimiento**

Evaluacion Economica

- **Evaluación económica es muy sensitiva a las suposiciones sobre los precios de electricidad y gas**
  - Precio de venta de electricidad de $0.06/kWhr es basado en el precio mayorista promedio en Guatemala en julio del 2005
  - Precio de venta de gas de $5/mmBtu es basado en datos muy limitados – se necesita información sobre costos de energía por parte de usuarios

Reducciones de Emisión de Metano

- **Estimado total de 1,566,746 toneladas de CO_2-equivalente de reducciones de emisión de metano para el periodo del proyecto (2006 – 2020)**

Año	Toneladas CO_2e	Año	Toneladas CO_2e	Año	Toneladas CO_2e
2006	38,121	2011	97,750	2016	119,543
2007	80,693	2012	101,992	2017	124,143
2008	85,031	2013	106,276	2018	128,853
2009	89,297	2014	110,623	2019	149,419
2010	93,525	2015	115,040	2020	126,440

Beneficios Ambientales del Proyecto de Planta Eléctrica

- Beneficios (de combustión de metano y por desplazamiento de combustibles convencionales) son equivalentes a:
  - Eliminar emisiones igual a 16,470 vehículos
  - Sembrar 22,250 acres de bosque
  - Desplazando el uso de 370 vagones de carbón
  - Previniendo el uso de 175,200 barriles de aceite (petróleo)
  - Proveyendo energía a 1,400 casas al año

Beneficios Ambientales del Proyecto de Uso Directo

- Beneficios son equivalentes a:
  - Eliminar emisiones igual a 18,530 vehículos
  - Sembrar 25,000 acres de bosque
  - Desplazando el uso de 415 vagones de carbón
  - Previniendo el uso de 197,000 barriles de aceite (petróleo)
  - Proveyendo energía a 5,740 casas al año

Conclusiones

- Proyecto de utilización de biogás es viable económicamente y técnicamente con un proyecto de planta de energía de 2.12 MW o un proyecto de uso directo de 189,000 mmBtu/año
- Ambos proyectos fueron evaluados para el periodo de 2006 – 2020 y resultado tener valores estimados de NPV e IRR positivos – Uso directo teniendo los resultados mas altos
- Se recomienda ajustar las ganancias del proyecto de uso directo con datos de costos de energía de los usuarios

¿Preguntas?

www.epa.gov/lmop

Brian Guzzone
guzzone.brian@epa.gov
202.343.9248

Alex Stege
astege@scsengineers.com
602.840.2596