

# *Estudio de Pre-Viabilidad del Relleno Sanitario El Trébol: Prueba de Extracción, Construcción, Monitoreo y Recopilación de Datos*

**Alex Stege**  
SCS Engineers

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





# Temas



- **Introducción del Proyecto**
- **Objetivos del Programa de Prueba de Extracción**
- **Componentes y Equipo de la Prueba**
- **Construcción de la Prueba**
- **Monitoreo durante la Prueba**
- **Resumen de datos recolectados**
- **Interpretación de resultados de la Prueba**



# Introducción al Proyecto



- **Objetivos del Estudio de Pre-Viabilidad y Prueba de Extracción**
  - Verificar pre-viabilidad técnica y económica del desarrollo de proyecto de control y uso de biogás en El Trébol
  - Cuantificar la reducción potencial de emisiones de gases invernaderos (GHG) por implementación del proyecto
  - Proveer herramienta para asistir a desarrolladores de proyectos tomar decisiones sobre necesidad de investigaciones adicionales o continuar con el desarrollo del proyecto



# Objetivos del Programa de Prueba de Extracción



- Medir presión del vacío y flujo mientras se extrae biogás del relleno
- Medir los niveles sostenibles de metano del biogás durante prueba de extracción
- Medir presión del vacío en las sondas para estimar la influencia lateral del vacío durante la prueba
- Medir niveles de oxígeno del biogás durante prueba para verificar si existe filtración de aire a través de cubierta de tierra
- Utilizar los resultados de la prueba para modificar proyecciones de recuperación de biogás



# Componentes y Equipos de Prueba de Extracción



- **3 pozos de extracción instalados de forma triangular ~ 150-200 pies entre cada uno**
  - **Pozo 1 – 75 pies (23 m) de profundidad**
  - **Pozo 2 – 100 pies (30 m) de profundidad**
  - **Pozo 3 – 100 pies (30 m) de profundidad**
- **9 sondas de monitoreo llanas – 3 por cada pozo**
  - **Sondas A, B y C a 5m, 15m , y 25 m de cada pozo**



# Componentes y Equipos de Prueba de Extracción



- **Bomba de succión eléctrica para ejercer un vacío en los pozos de extracción y poder extraer el biogás en los pozos**
  - La bomba operar con un generador portátil diesel



# Componentes y Equipos de Prueba de Extracción



- **Interconexión de los tres pozos de extracción y bomba de succión con tubería sólida**
  - Válvulas de control de flujo fueron instaladas en cada pozo y bomba de succión para ajustar presión del vacío en cada pozo y el sistema



# Componentes y Equipos de Prueba de Extracción



- **Equipo de medición de gas, flujo y presión**

- Mediciones de calidad de biogás (oxígeno y metano) y presión estática se tomaron con un Landtec GEM500 Infrared Gas Analyzer (GEM 500)
- Mediciones del flujo se tomaron con un Accu-Flow meter y el GEM 500





# Construcción de Prueba de Extracción



- **Introducción del Relleno Sanitario**





# Construcción de Prueba de Extracción



- **Operaciones de Disposición**





# Construcción de Prueba de Extracción



- **Construcción de Pozos de Extracción**





# Construcción de Prueba de Extracción



- **Problemas con lixiviados en pozos**





# Construcción de Prueba de Extracción



- **Tubería y Bomba de succión**





# Monitoreo durante Prueba de Extracción



- En cada pozo, se midió % de metano, % de oxígeno, % de CO<sub>2</sub>, % de gas balance, presión del vacío y flujo de gas
- En cada sonda, se midió % de metano, % de oxígeno, % de CO<sub>2</sub>, % de gas balance, y presión del vacío
- Se midieron condiciones estáticas (pasivas) el 26 de julio
- Se midieron condiciones activas del 29 de julio al 4 de agosto (2- 4 veces al día)



# Monitoreo durante Prueba de Extracción



## ● Condiciones Pasivas

- Se tomaron mediciones antes del arranque de la bomba de succión y antes de aplicar presión del vacío para establecer condiciones línea base
- Datos de pozo de extracción
  - ◆ Buena calidad de biogás – alto contenido de metano (>50%) y bajo contenido de oxígeno en Pozos 1 y 3
  - ◆ Baja calidad de biogás en Pozo 2
- Datos de sondas de monitoreo: en 8 de 9 sondas hubo contenido de metano de > 37% indicando que existe biogás cerca de la superficie del relleno



# Monitoreo durante Prueba de Extracción



- **Condiciones Activas – arranque de bomba de succión y presión del vacío aplicada**
  - Datos de pozo de extracción
    - ◆ Pozo 1: Buena calidad de biogás (promedio de 50% de metano), presión del vacío, y flujos de biogás
    - ◆ Pozo 2: Baja calidad de biogás (promedio de 28% de metano), y no hubo flujos de biogás
    - ◆ Pozo 3: Alta calidad de biogás (promedio de 58% de metano) pero poco o nada de flujo de biogás
  - Datos de sondas de monitoreo: No se observó presión en ninguna de las 9 sondas - ¿no hubo influencia?



# Resumen de Datos Recopilados



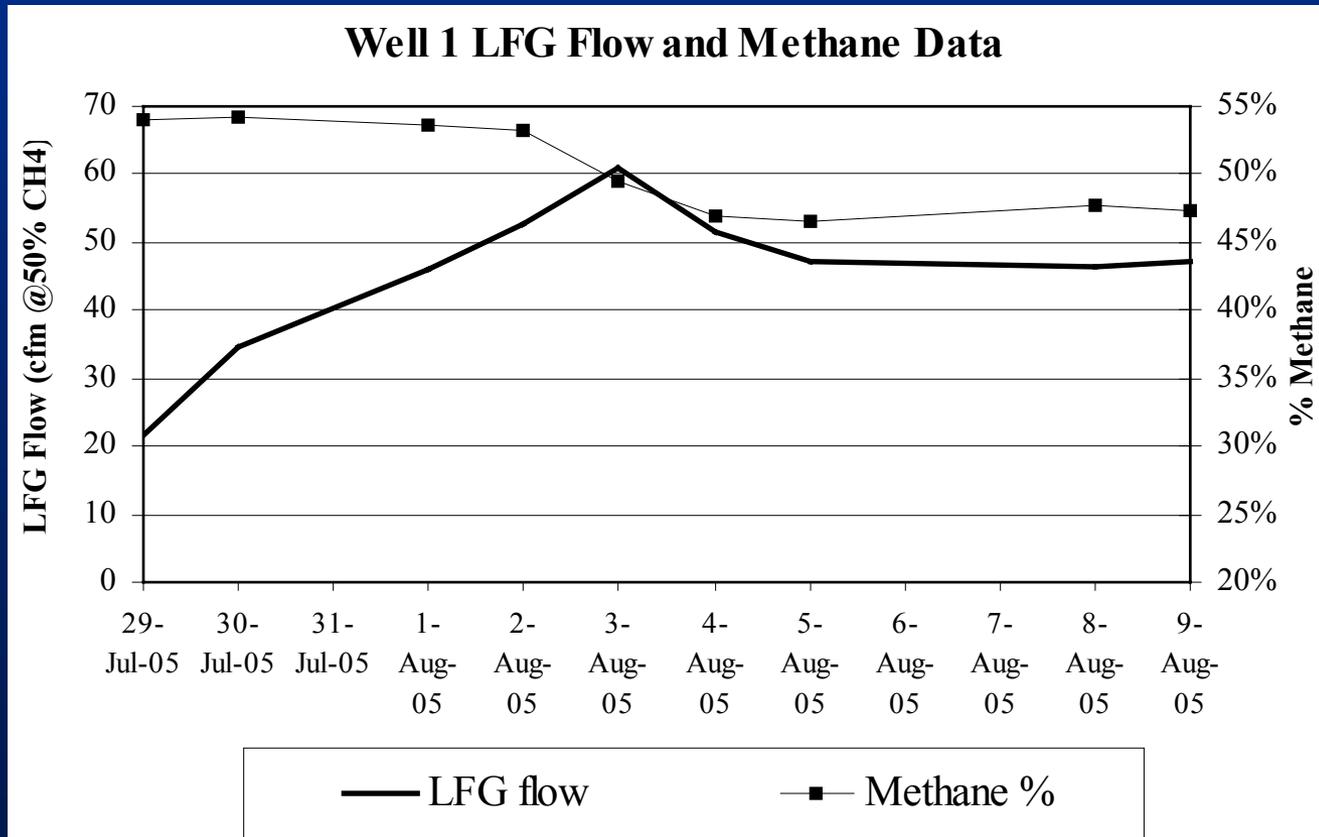
- **Datos de pozo de extracción – solamente Pozo 1 proveyó resultados usables**
  - Altos niveles iniciales de metano (54%) disminuyeron y se mantuvieron constantes durante la segunda parte de la prueba (47%)
  - Flujos de biogás alcanzaron máximo de 61 pies cúbicos/minuto (cfm) el 3 de agosto, pero disminuyeron y se mantuvieron constantes durante la segunda parte de la prueba (48 cfm)
  - Estabilización del % de metano y flujos indican condiciones de estado estable, donde índices de extracción de biogás asimilan índices de generación



# Resumen de Datos Recopilados



## Figura de datos de metano y flujo del Pozo 1





# Resumen de Datos Recopilados



## ● Datos de sondas de monitoreo

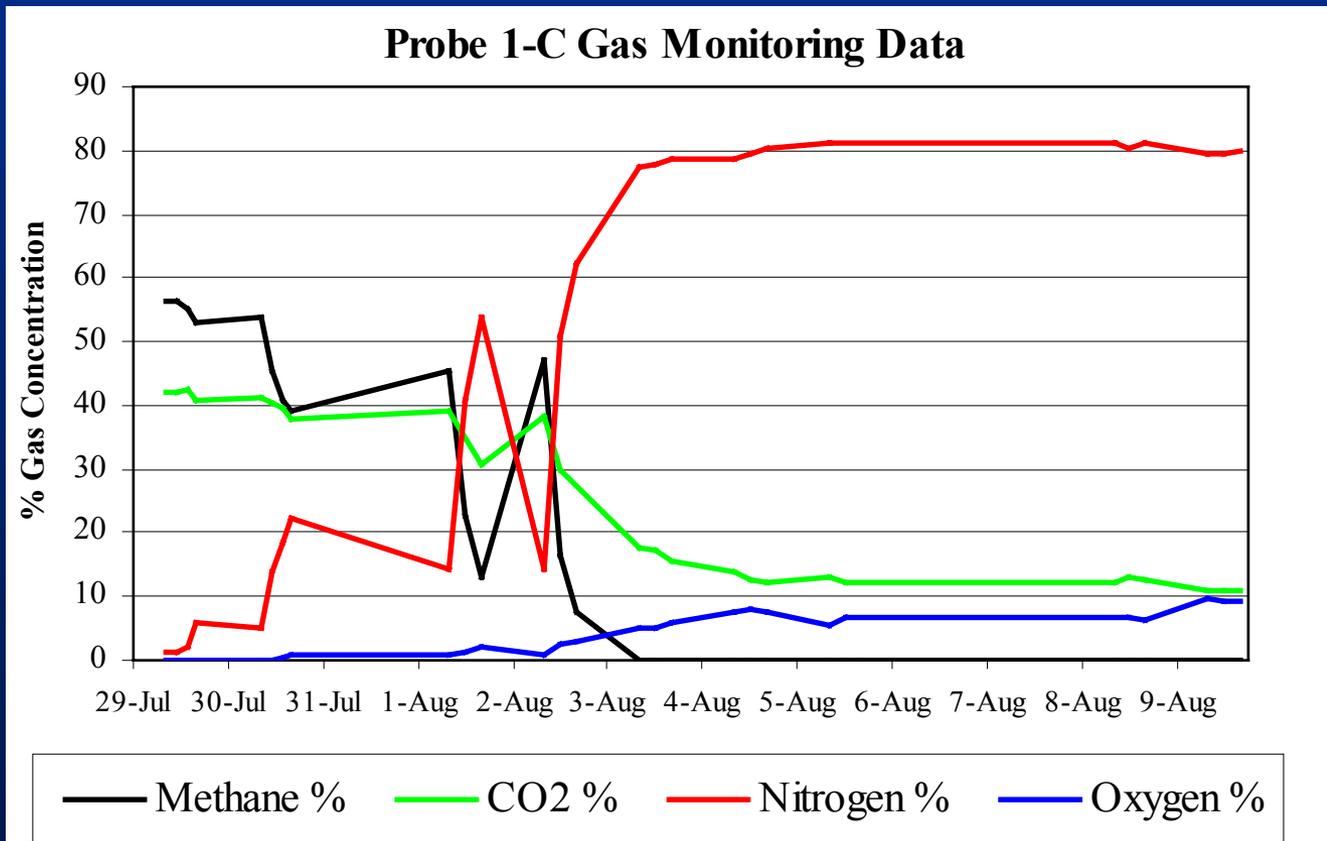
- No se observó presión del vacío en sondas cerca de Pozos 2 y 3 ya que no hubo establecieron flujos de gas en estas
- No se observó presión del vacío en Pozo 1 pero datos de metano y otros gases en Sonda 1-C sugieren que hubo alguna influencia
  - ◆ Contenido de metano fue de 0% el 3 de agosto
  - ◆ Decrecimiento constantes de  $\text{CO}_2$  y aumento de oxígeno y gas balance (nitrógeno)
  - ◆ Resultados indican filtración de aire – sonda dentro del “radio de influencia” del Pozo 1



# Resumen de Datos Recopiladas



- Figura de datos de Sonda 1-C data





# Interpretación de Resultados de Prueba



- **Paso 1: Estimar máximo flujo de biogás bajo condiciones estables durante prueba**
  - Igual al máximo flujo sostenible sin filtración del aire en Pozo 1
  - Esto se calculo a ser flujo promedio del 4 – 9 de agosto = 48.1 cfm (81.7 m<sup>3</sup>/hr) con contenido de metano de 47.1% o 45.3 cfm (77 m<sup>3</sup>/hr) con contenido de metano de 50%



# Interpretación de Resultado de Prueba



- **Paso 2: Estimar el radio de influencia (ROI) del Pozo 1**
  - ROI > 25m ya que Sonda 1-C tiene evidencia que estar dentro de la influencia del Pozo 1
  - ROI de pozo de extracción para todo el sistema es típicamente 1.25 a 2.5 veces la profundidad del pozo
    - ◆ Basado en el alto contenido de humedad de residuos y la presencia de líquidos, ROI este del lado bajo del rango ~ 1.5 x profundidad del pozo
  - Estimado de ROI = 1.5 x 23 m de profundidad = 35 m



# Interpretación de Resultados del Pozo



- **Paso 3: Estimar índice de recuperación del Pozo 1 (en pies cúbicos de biogás por libra de residuos, ft<sup>3</sup>/lb-año)**
  - Paso 3a: Calcular volumen de residuo influenciados por Pozo 1 = 178,312 m<sup>3</sup>
  - Paso 3b: Estimar densidad de residuos = 1,230 lbs/yd<sup>3</sup>
  - Paso 3c: Estimar toneladas de residuos dentro de radio de influencia = 143,403 toneladas
  - Paso 3d: Calcular flujo anual de biogás del Pozo 1 = 23.8 millones ft<sup>3</sup>/año
  - Paso 3e: Calcular índice de recuperación = 0.083 ft<sup>3</sup>/lb-año



# Interpretación de Resultados de Prueba



- **Paso 4: Extrapolar índice de recuperación del Pozo 1 al todos los residuos en el relleno**
  - Índice de recuperación de biogás del Pozo 1 ( $0.083 \text{ ft}^3/\text{lb-año}$ ) x cantidad estimada de residuos en el lugar y cantidad disponible para recuperación de biogás (3,756,504 toneladas) = **1,130  $\text{ft}^3/\text{minuto}$**
  - Este calculo se utilizo para modificar el modelo de biogás



# Resumen y Conclusiones



- **Prueba de extracción exitosamente demostró la extracción de biogás de uno de los tres pozos**
- **Se demostró índice estable de extracción de 48.1 ft<sup>3</sup>.minuto (81.7 m<sup>3</sup>/hr) con contenido de metano de 47.1%**
- **Resultados indican recuperación potencial de biogás en el relleno de 1,130 ft<sup>3</sup>/minuto**



# ¿Preguntas?



[www.epa.gov/lmop](http://www.epa.gov/lmop)

**Brian Guzzone**

[guzzone.brian@epa.gov](mailto:guzzone.brian@epa.gov)

202.343.9248

**Alex Stege**

[astege@scsengineers.com](mailto:astege@scsengineers.com)

602.840.2596

