



# Methane to Markets

---

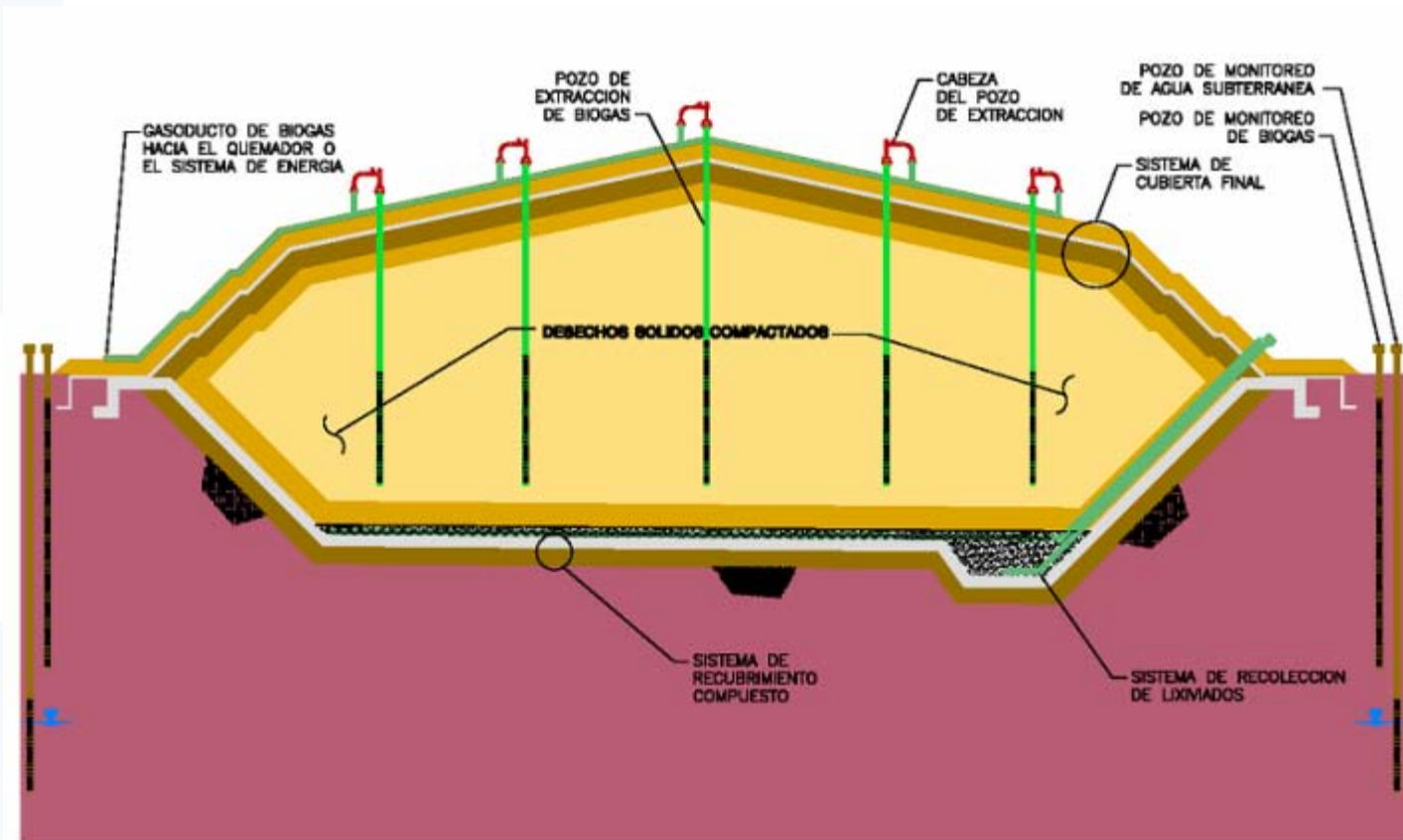
**BIOGAS DE RELLENOS SANITARIOS - GENERALIDADES**

**Ing. José Luis Dávila**  
*Ingeniero de Proyectos*  
**SCS Engineers**

Guadalajara, Jalisco  
26 de marzo de 2009



# EL RELLENO SANITARIO





# Rellenos Sanitarios

---

- Protección de la Salud Humana y del Medio Ambiente
  - Mejor calidad del aire
  - Protección del agua subterránea



# Los Recubrimientos en Rellenos Sanitarios

---

- Los recubrimientos proporcionan contención de contaminantes.
- Disminuye la contaminación de las aguas subterráneas.
- Disminuye la migración de biogás.

# Los Recubrimientos en Rellenos Sanitarios

---





# Cobertura Final

---

- Proporciona protección de la salud humana y del medio ambiente
- Proporciona barrera para la escorrentía pluvial
- Proporciona protección contra incendios
- Reduce la infiltración de aguas de lluvia.
- Mejora la generación de biogás
- Mejora la capacidad de capturar el biogás
- Reduce los malos olores
- Proporciona control vectorial

# Componentes de la Cobertura Final

---

- Cobertura de Tierra Compactada
  - Material arcilloso con baja permeabilidad (60 cm.)
  - Capa de Suelo – tierra para sostener la vegetación (15 a 30 cm.)
- Geo-membrana
  - Se puede utilizar para reducir aun mas la infiltración.
  - Si se utiliza se debe colocar encima de la capa de arcilla.
  - Debe estar en contacto directo con la arcilla.

# Mantenimiento de la Cobertura Final

---

- Inspeccione mensualmente la cubierta
  - Rellene la grietas con tierra
  - Repare la erosión
  - Corte la vegetación durante la temporada de crecimiento
  - Re-nivele zonas bajas para prevenir encharcamiento
  - Adicione una capa de tierra de 60 cm. de profundidad a las zonas donde se observe humo





# Biogás de Rellenos Sanitarios

---

El Biogás es el  
Producto de la  
Descomposición  
de la Residuos.





# Biogás: Composición Típica

---

- Metano ( $\text{CH}_4$ )
  - 50% a 60%
- Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )
  - 40% a 50%
- Compuestos Orgánicos No-Metano (NMOCs)
  - Rastro
- Valor Calorífico
  - 500 Btu/ pies cúbico standard (scf)
- Contenido de Humedad
  - Saturado



# Metano (CH<sub>4</sub>)

---

- Incoloro
- Inodoro e Insípido
- Mas ligero que el aire
- Relativamente insoluble en agua
- Altamente explosivo
  - LIE = 5% en el aire
  - LSE = 15% en el aire



# Biogás

---

- ¿Por qué metano es un gas de efecto invernadero?
  - El metano absorbe la radiación infrarroja terrestre (calor) que, de otro modo, escaparía al espacio (GEI característica)
- El Metano es un GEI 20 veces mas potente por peso que el CO<sub>2</sub>
- En cualquier momento, el metano es mas abundante en la atmósfera ahora que en los últimos 400.000 años y 150% mas alto que en el año 1750.

# Factores Principales que afectan la Producción de Biogás

---

- Cantidad de residuos depositados por año
- Composición de los desechos
  - Contenido de Desechos Orgánicos
  - Humedad en los desechos
- Precipitación Anual
  
- Operaciones que afectan la generación del biogás
  - Compactación
  - Cobertura diaria
  - Control de los lixiviados

# Estimación de la Generación del Biogás

---

## El Modelo LANDGEM Environmental Protection Agency (EPA)

Generación de biogás =  $2 k L_0 M e^{-kt}$  donde:

$k$  = Índice de generación de metano (1/año)

$L_0$  = Generación potencial de metano ( $m^3/ton$ )

$M$  = Cantidad de residuos depositados por año (tons)

$t$  = Número de años (Edad) de los residuos (años)



## El Valor de “k”

---

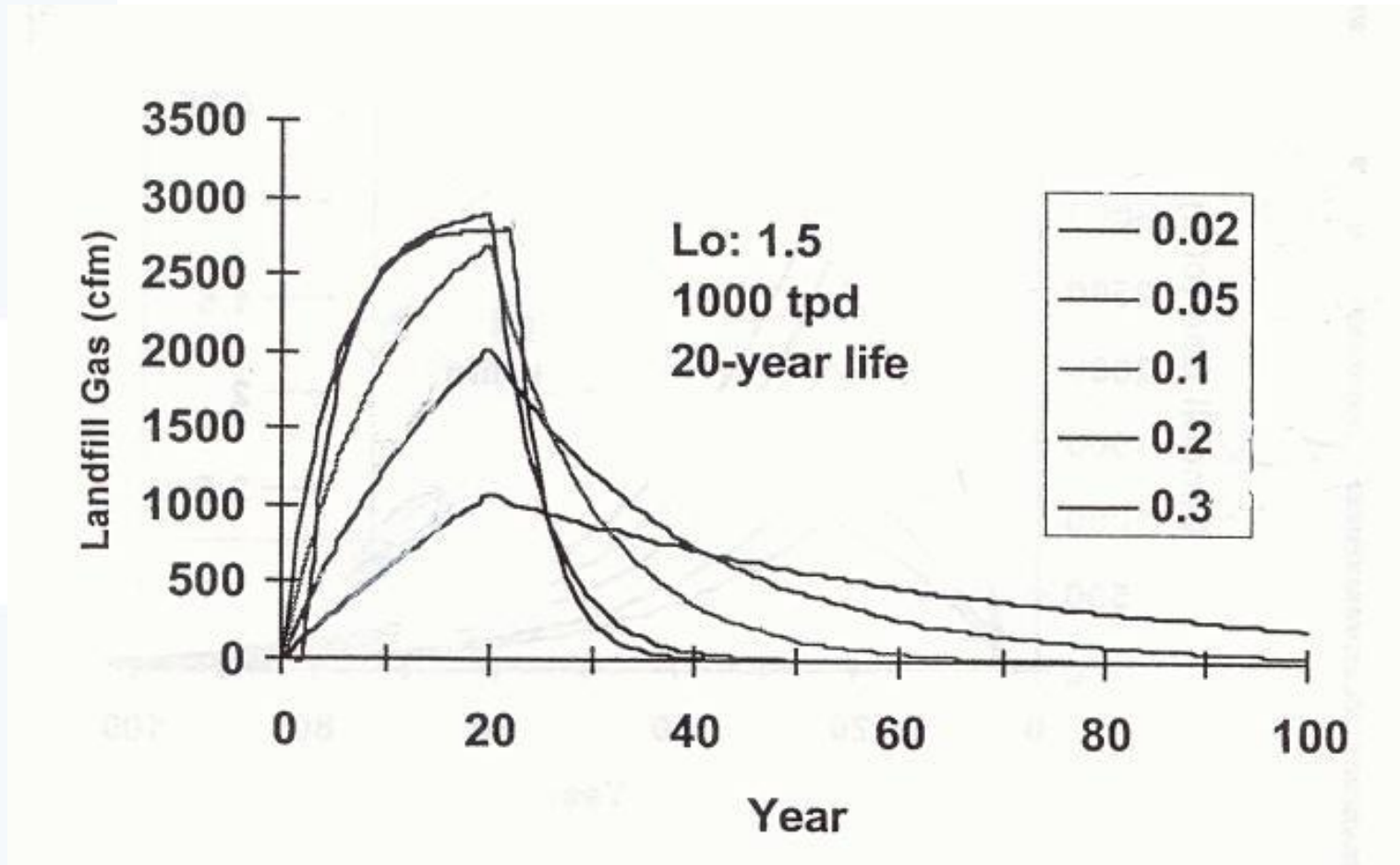
“k” – índice de generación de metano (unidades = 1/año) – fracción de los residuos que se degradan y producen metano en un año

El valor de k esta en función de la humedad de los residuos, nutrientes, pH y temperatura.

El rango típico es de 0.01 a 0.10



## Efecto del valor de k







## El Valor “ $L_0$ ”

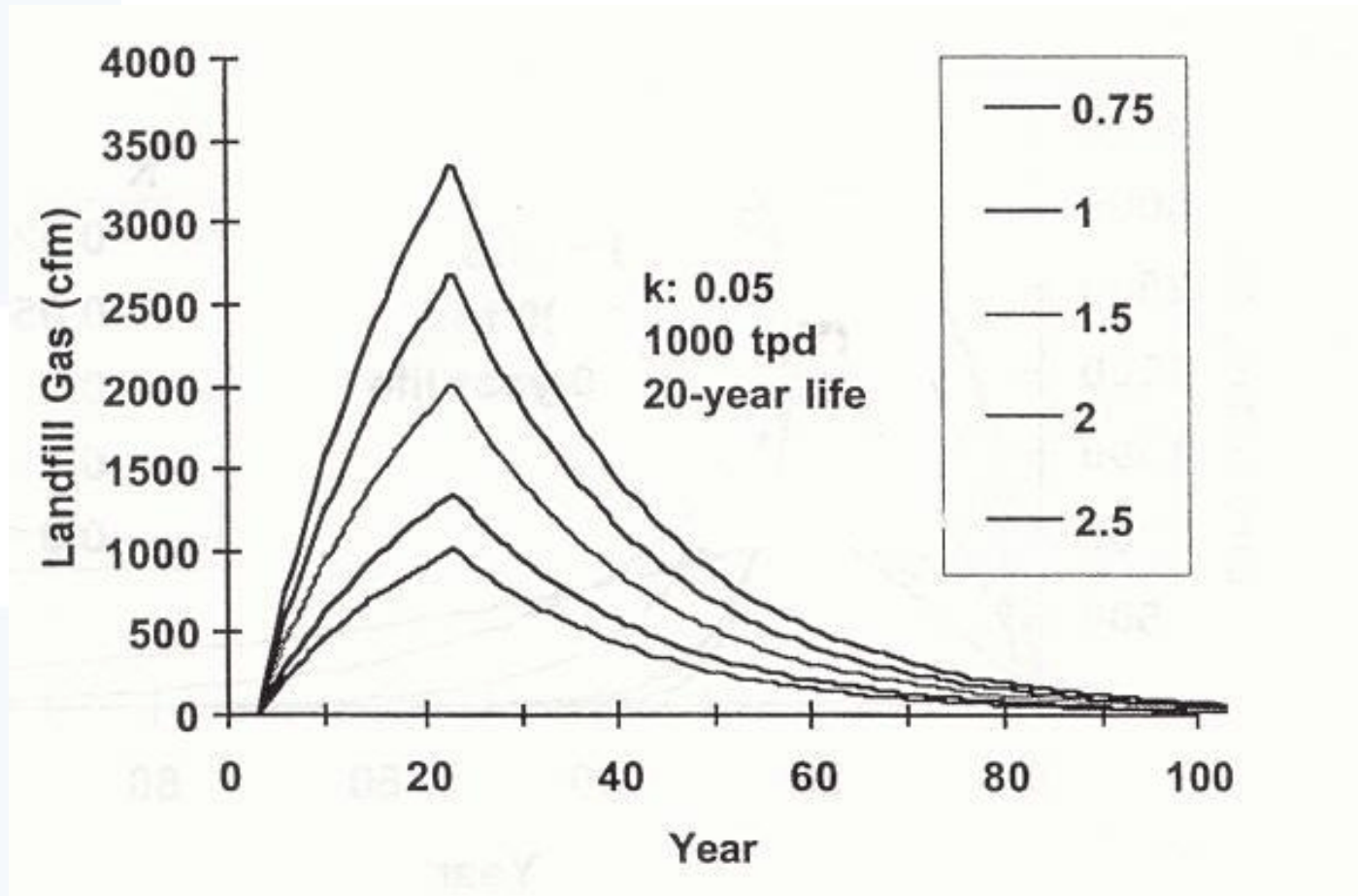
---

**“ $L_0$ ” – Generación potencial de metano (unidades =  $m^3$  de metano por tonelada de residuos). Es la cantidad de metano estimada que una tonelada de residuos puede producir en cierto tiempo**

- El valor de  $L_0$  esta en función del contenido orgánico en los residuos. El bajo contenido de humedad en los residuos podría limitar  $L_0$
- U. S. EPA estima el valor a  $100 m^3/Ton$  para los residuos en Estados Unidos



## Efecto del Valor de $L_0$





## Variable “M”

---

La masa de residuos dispuestos por cada año de operación. Volúmenes estimados podrían ser convertidos a masa, si es necesario. Se necesita tomar en cuenta lo siguiente:

- Historial disponible – pesos medidos o volúmenes estimados
- Índice de crecimiento para estimar disposición futura.
- Tomar en cuenta la disminución de la cantidad de residuos disponibles para producir biogás
- Si los estimados de disposición son derivados de volúmenes se necesita considerar la densidad in-situ de los residuos. Usualmente igual a 0.7 ton/m<sup>3</sup>

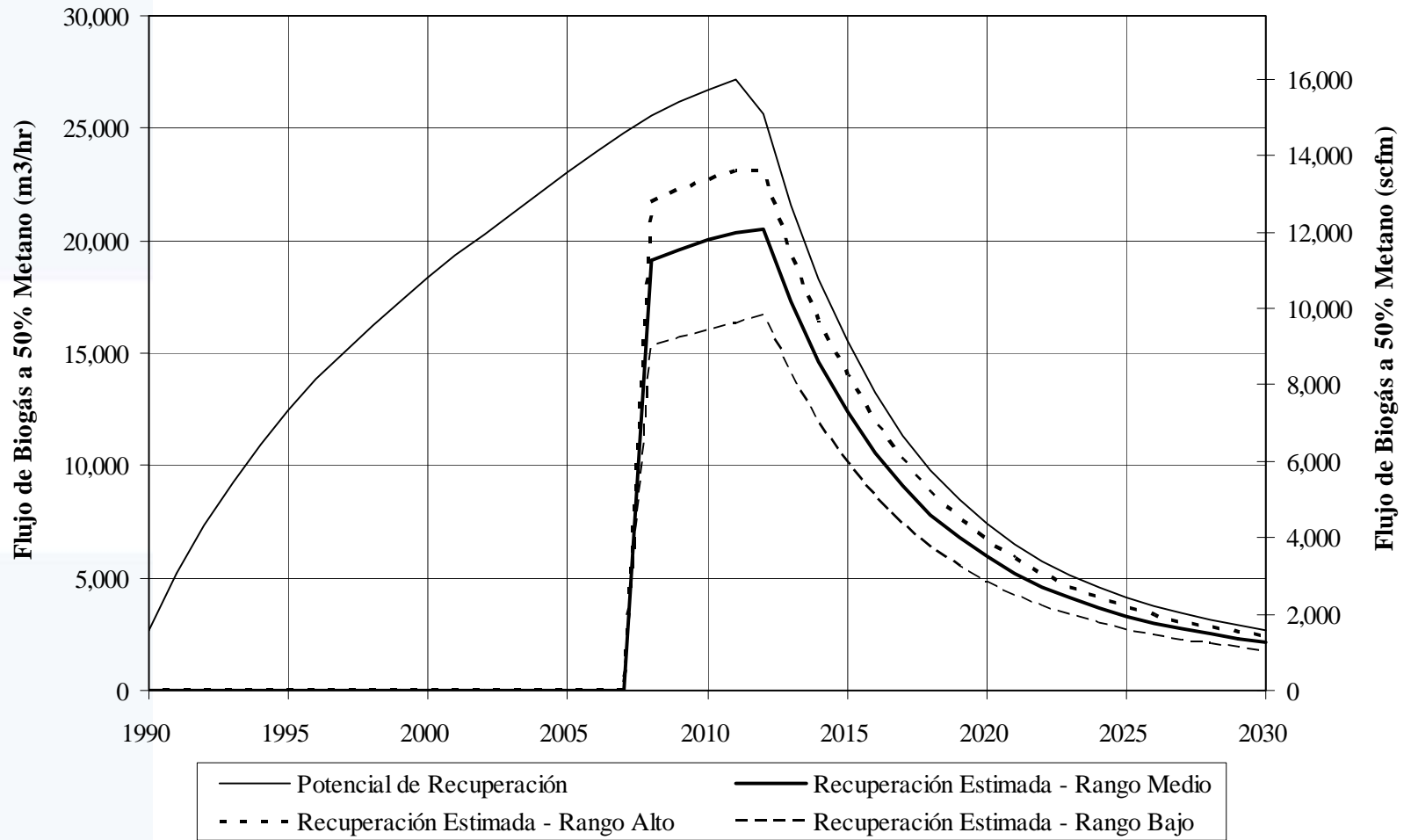


## Variable “t”

---

- El modelo asume que la producción de biogás no existe en el primer año después de ser dispuestos los residuos
- El modelo asume que la generación de biogás llega a su máximo el segundo año después de que los residuos son dispuestos

# Recuperación de Biogás





## Otros Factores que Afectan la Recuperación del Biogás

---

- Operación y Mantenimiento.
- La Eficiencia del Sistema de Captación de Biogás.

# Operación y Mantenimiento

- Diseño de un buen sistema de captación de lixiviado.
  - Altos niveles del Lixiviado.
  - Obstrucción del flujo del biogás.
- Material de cubierta intermedia y final.
- Manejo de condensado en sistema de captura





# Eficiencia de Captación de Biogás

---

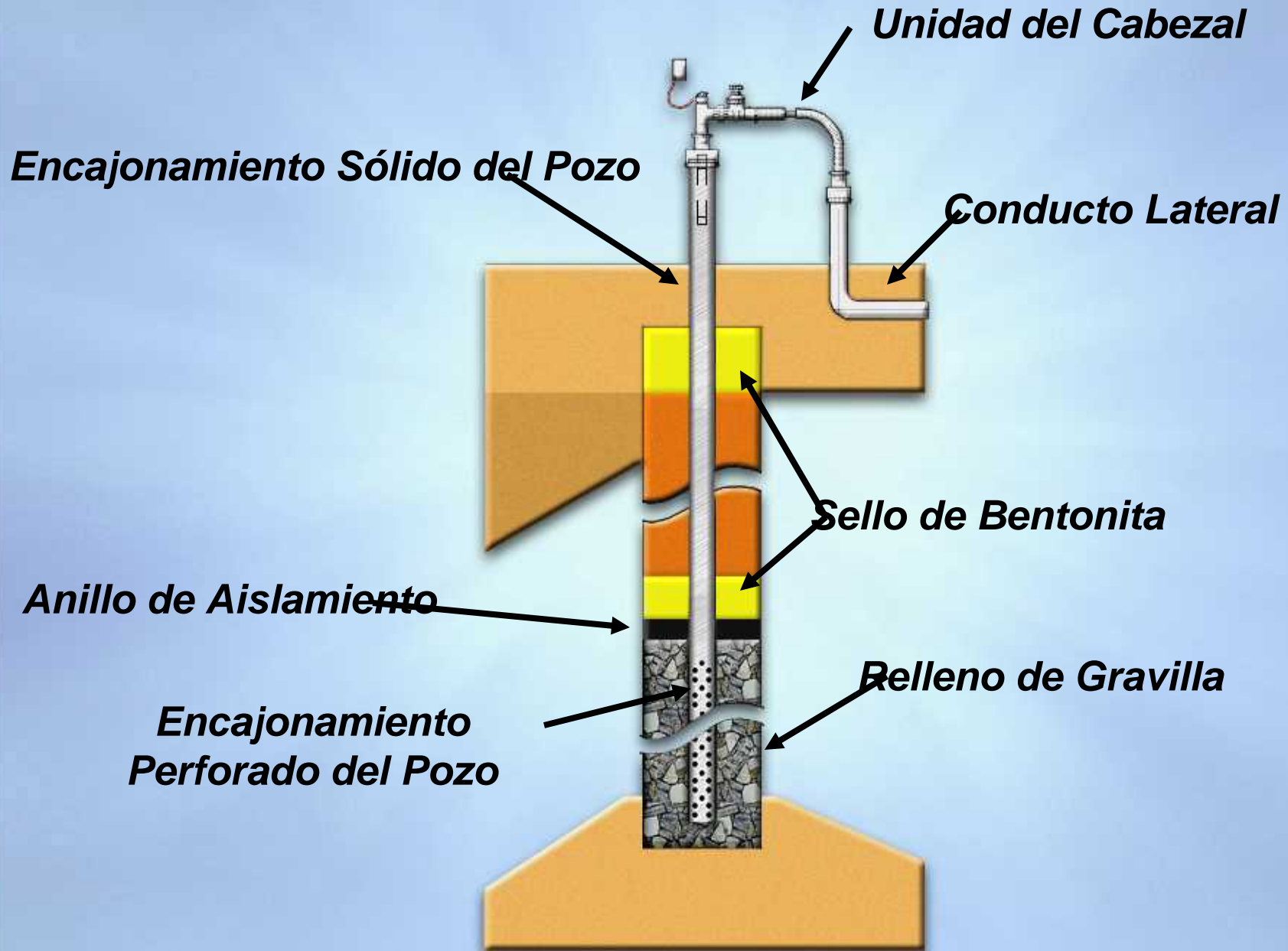
- Basado en observaciones en el campo, las eficiencias de recuperación “Típica” que pueden ser alcanzadas en los rellenos sanitarios de E. U. están en el rango de 60-85%
- La eficiencia de recuperación puede ser estimada para sitios específicos basándose en:
  - Cubierta de fondo (sintético sobre arcilla)
  - Cubierta final y diaria aplicada a los residuos
  - Migración de biogás insignificante (monitoreo)
  - Sistema completo y bien diseñado de recolección de biogás al 100% post disposición
  - Sistema de recolección operando eficientemente



# Componentes del Sistema de Captación de Biogás

---

- Pozo de Extracción
- Cabeza del Pozo de Extracción
- Colector Lateral
- Trampas de Condensado
- Cárcamo de Condensado
- Colector Principal
- Estación de Quemado





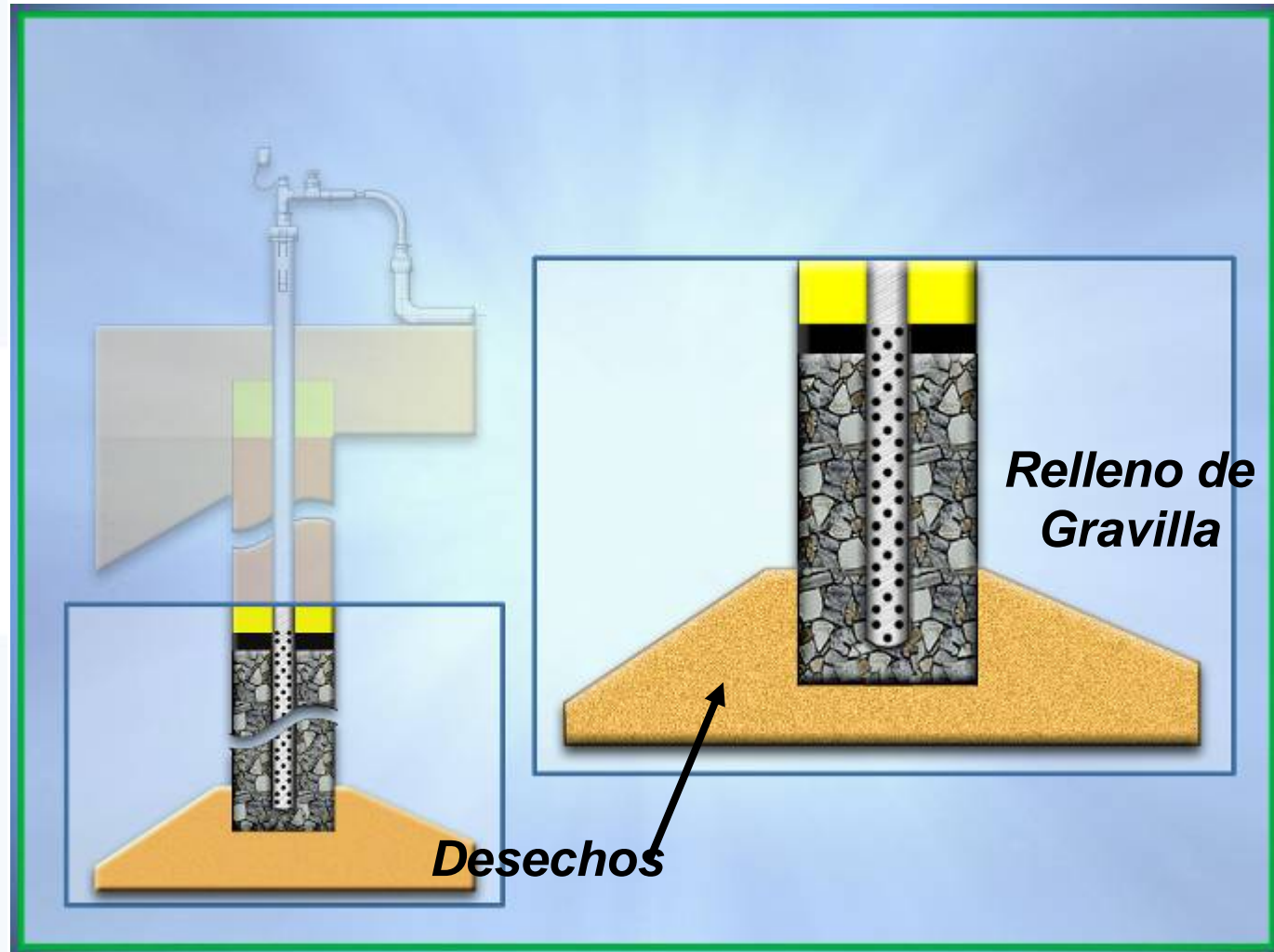
# Ejemplos de Pozos de Extracción

---



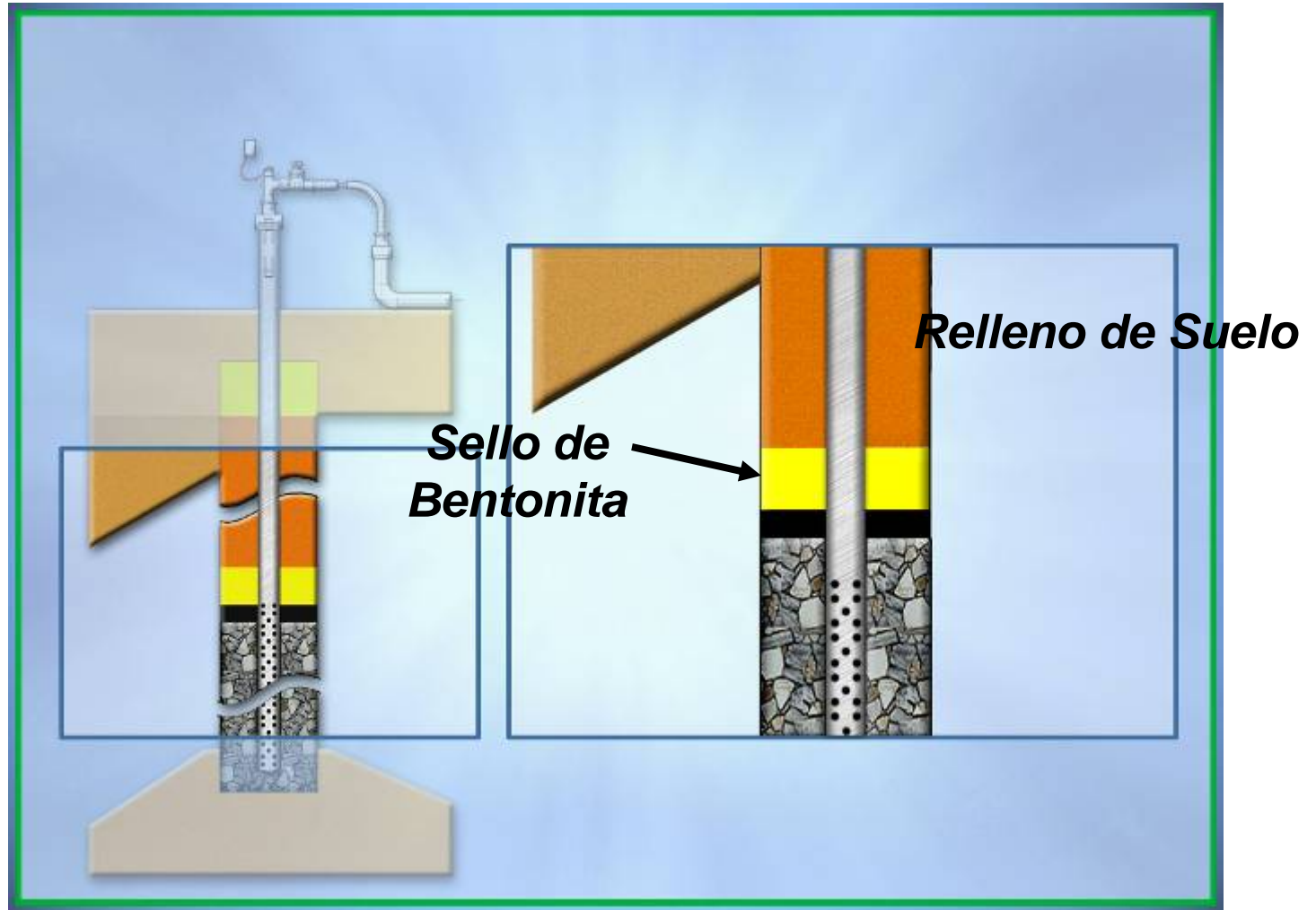


# Medio Filtrante



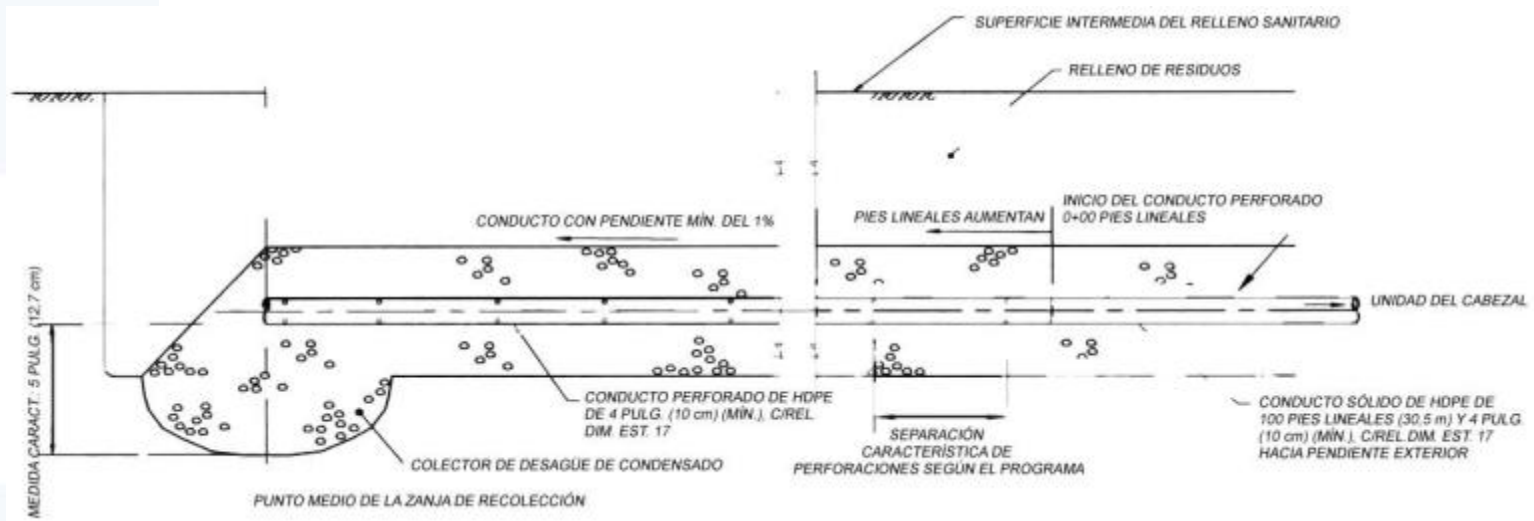


# Sello Primario





# Colector Horizontal



# Cabeza del Pozo de Extracción



Válvula para regular succión



Puertos de Monitoreo

Presión

Temperatura

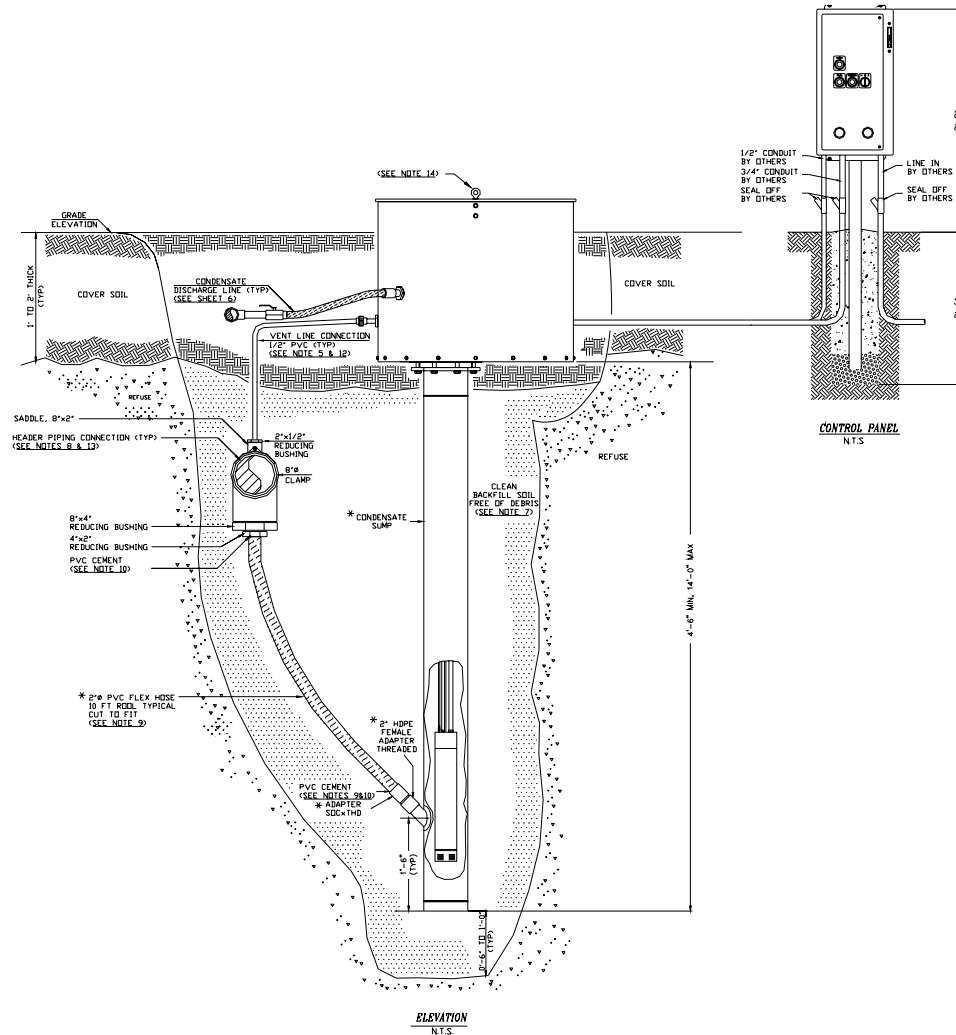


# Otras Cabezas de Pozos



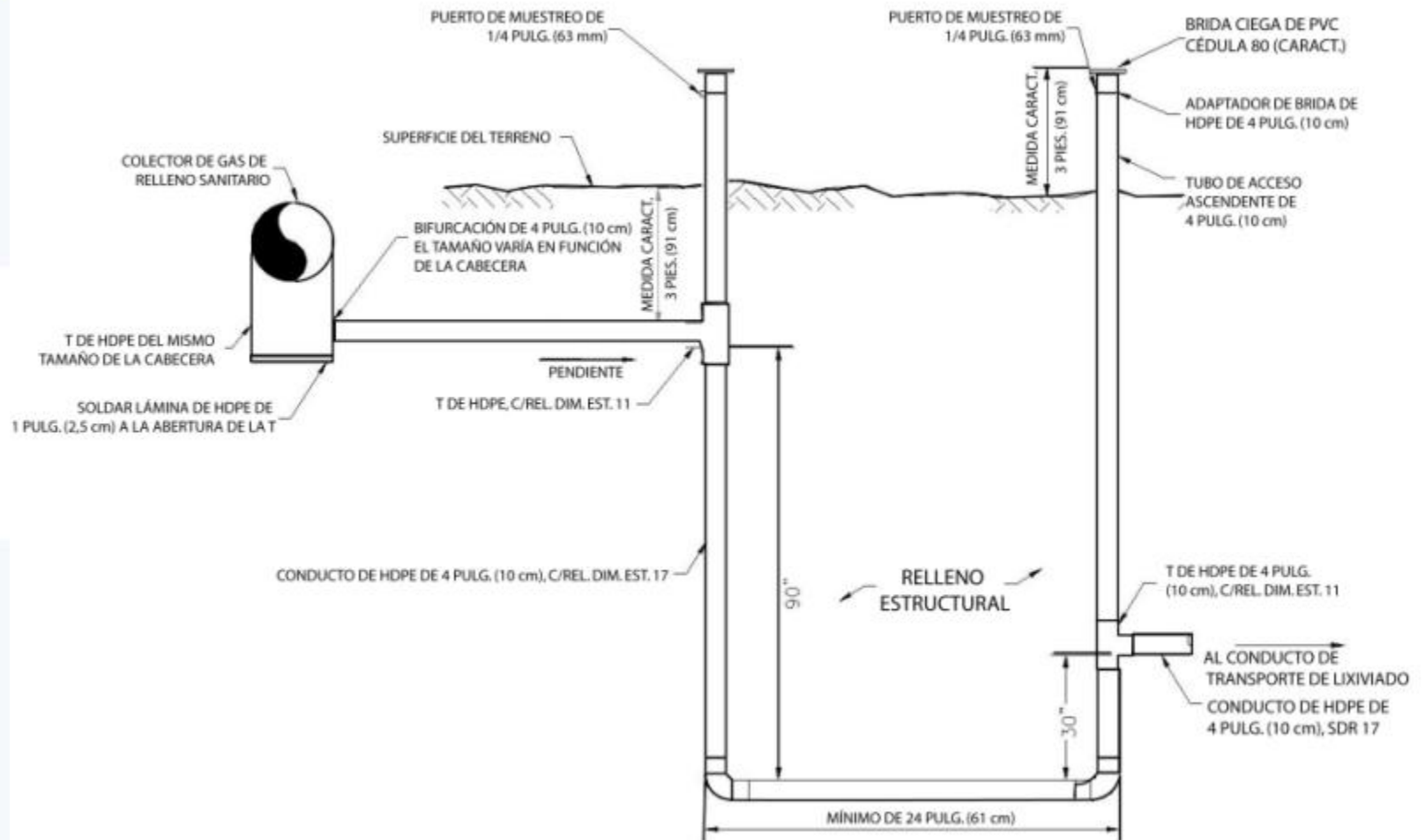


# Carcamo de Condensado





# Trampa de Condensado



# Tubería Lateral y Cabezal Principal

Tubería Lateral



Tubería Principal





## Estación de Quemado

- Eliminador de Humedad
- Bomba de Succión
- Quemador
- Controles
- Sistema de Monitoreo (flujo y calidad de biogás)





# Componentes

Bomba de  
Succión



Eliminador de  
Humedad

Tubería  
Principal



# Tipos de Quemadores



Quemador tipo “Cerrado”



Quemador tipo “Elevado”

# Quemadores

---

## Tipo “Elevado o Candela”

- Cuesta menos que un quemador tipo “cerrado”
- Es más fácil de operar generalmente.

## Tipo “Piso o Cerrado”

- La flama esta encerrada dentro de la estructura del quemador
- Pueden efectuarse pruebas para obtener índices de emisiones
- Generalmente ofrecen más altas eficiencias de destrucción de compuestos orgánicos volátiles



Methane to Markets

# Preguntas?

---

Ing. José Luis Dávila  
[jdavila@scsengineers.com](mailto:jdavila@scsengineers.com)