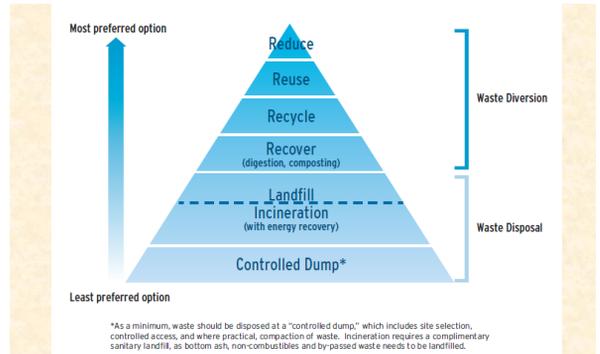


GENERACIÓN DE BIOGÁS EN RELLENO SANITARIO

1



No obstante los esfuerzos por Reducir, Reusar, Reciclar y Recuperar, siempre se generan residuos que es necesario disponer en un sitio de disposición final.

2

Las opciones de tratamiento y disposición final varían mucho según el grado de desarrollo económico de los países

High Income		Upper Middle Income	
Dumps	0.05	Dumps	44
Landfills	250	Landfills	80
Compost	66	Compost	1.3
Recycled	129	Recycled	1.9
Incineration	122	Incineration	0.18
Other	21	Other	8.4
Low Income		Lower Middle Income	
Dumps	0.47	Dumps	27*
Landfills	2.2	Landfills	6.1
Compost	0.05	Compost	1.2
Recycled	0.02	Recycled	2.9
Incineration	0.05	Incineration	0.12
Other	0.97	Other	18

*This value is relatively high due to the inclusion of China.

3

RELLENO SANITARIO

- Instalación ingenieril para la evacuación de residuos en el terreno, diseñada y operada de forma de minimizar los impactos sobre el medio ambiente y la salud pública, que confina los residuos en el menor volumen posible y los cubre al menos una vez al día



4

RELLENO SANITARIO

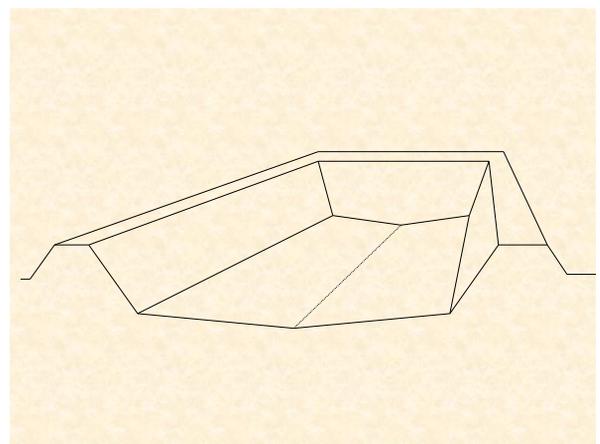
VENTAJAS

- Costos de inversión relativamente bajos
- Costos de operación relativamente bajos
- No requiere equipos sofisticados
- No genera otros residuos sólidos
- Flexibilidad operacional

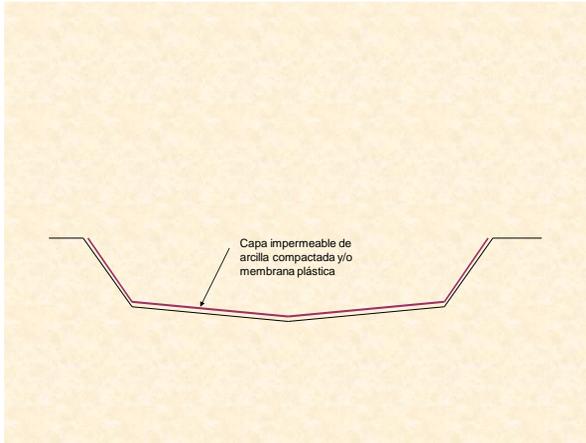
DESVENTAJAS

- No aprovecha los residuos...
- Requiere áreas extensas
- Riesgo potencial de contaminación por lixiviados, biogás
- Posibilidad de olores, vectores, etc

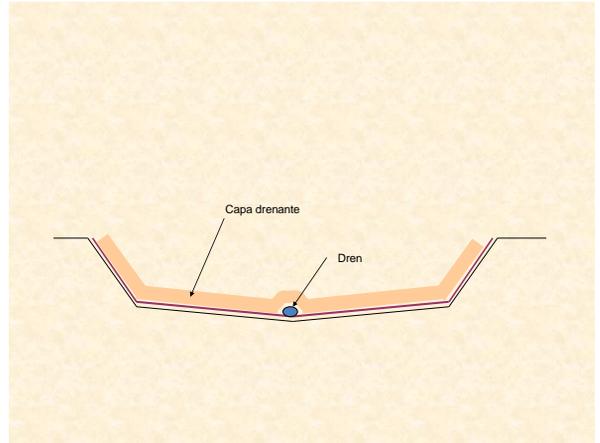
5



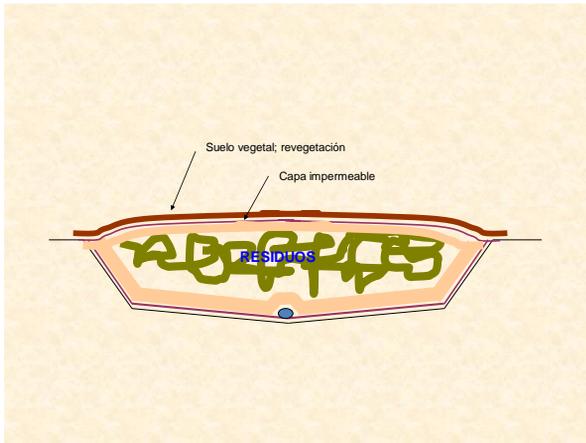
6



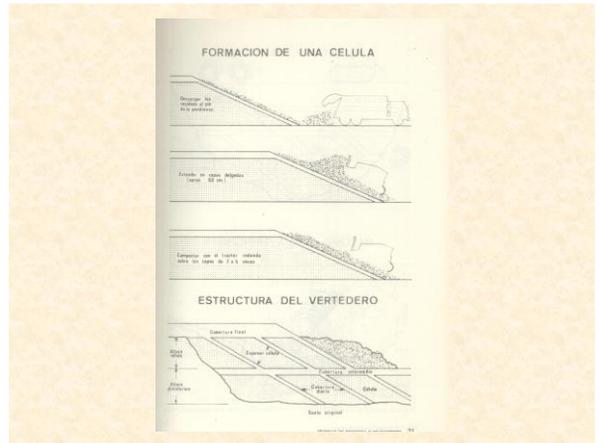
7



8



9



10

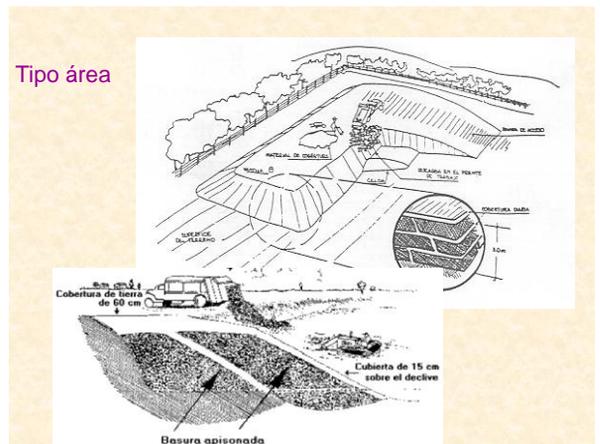
Rellenos sanitarios

Tipos:

Área: zonas planas donde se depositan capas de basuras, que se van cubriendo con suelo formando celdas en altura.

Trinchera: consiste en excavar zanjas, rellenarlas con residuos y cubrir las con suelo.

11



12

La maquinaria debe compactar los residuos moviéndose de abajo hacia arriba



El frente de operación debe ser el mínimo posible

19

¡No por hacer esfuerzos se hacen las cosas bien!



20



21

Trincheras para pequeñas poblaciones



22



23

Esto era... Felipe Cardozo...

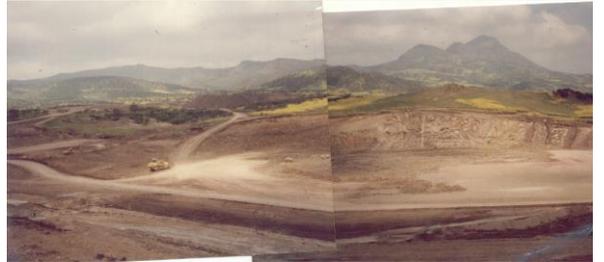


24

Chile, norte de Santiago



25



26



27



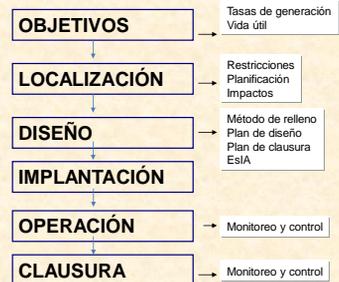
28

Camiones con contenedores adaptados para estaciones de transferencia



29

RELLENO SANITARIO



30

METODOLOGÍA PARA LA LOCALIZACIÓN

- Definición de las áreas de exclusión o restricciones.
- Definición de los factores de decisión para evaluar la aptitud de cada zona. Mapificación de los factores.
- Proceso de jerarquización o calificación de cada zona.
- Verificación *in situ* para confirmar o modificar el ordenamiento. Estudios particulares.

31

RESTRICCIONES

- Zonas urbanizadas.
- Humedales y zonas inundables.
- Aeródromos.
- Reservas ecológicas y parques nacionales.
- Zonas de interés turístico o cultural.

32

FACTORES

- Distancia al centro de generación.
- Accesos.
- Geología - Suelos.
- Agua superficial.
- Agua subterránea.
- Orografía.
- Riqueza de fauna y flora locales.
- Desarrollo productivo de la zona.
- Particularidades sociales y culturales.

33

Un Relleno para residuos sólidos, como toda gran obra de ingeniería, produce impactos en el medio ambiente.

Es necesario identificar esos impactos y evaluarlos para realizar acciones correctoras que minimicen su incidencia.

34

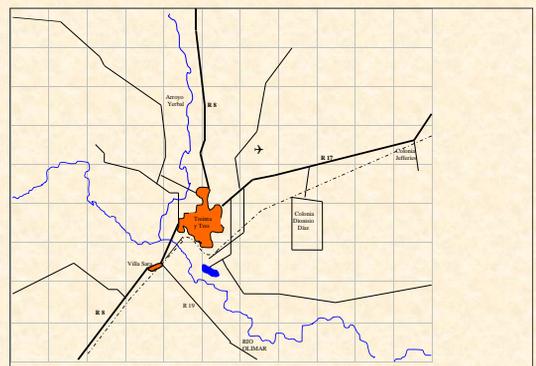
Resumen de principales impactos

- Posibilidad de contaminación de aguas subterráneas (y superficiales)

MEDIDAS:

- localización adecuada
- impermeabilización
- buena operación y control

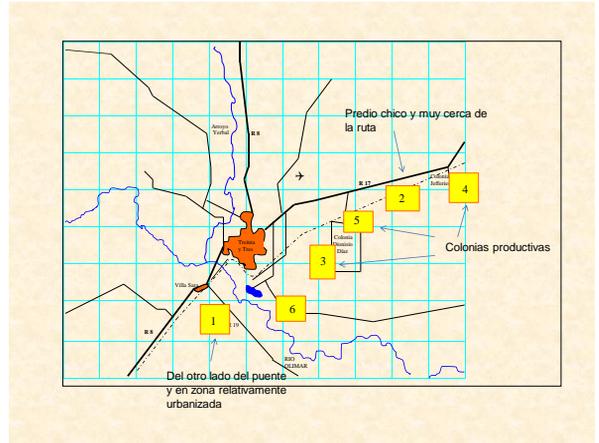
35



36



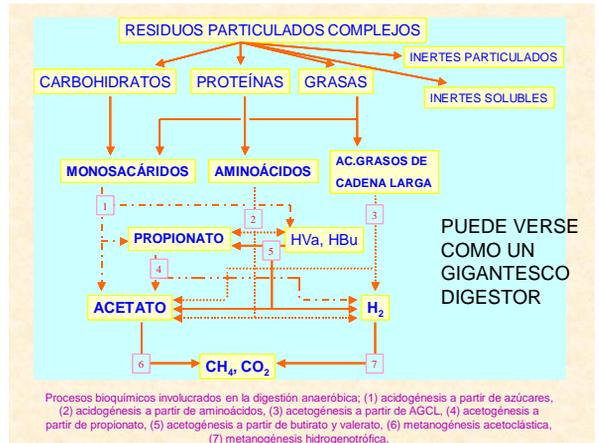
37



38



39



40

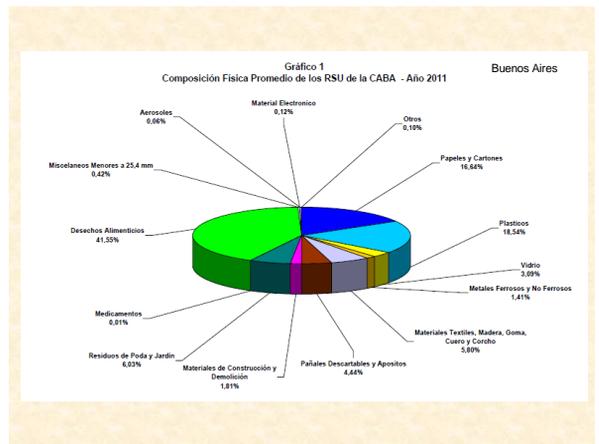
Tabla 1 . Composición de RSU de distintas ciudades y países (base húmeda)

COMPONENTE	Montevideo (a) (1986)	Montevideo (b) (1994)	Montevideo (c) (2003)	Brasil (d) (1979)	N.York (e) (1978)	USA (f) (1994)
Restos de comida	49.3	42.9	55.4	52.7	31.6	6.7
Papel y cartón	8.4	27.6	13.2	28.4	25.9	38.9
Plásticos	10.8	18.4	12.6	7.4	4.5	9.5
Metales	4.7	3	1.4	3	7.9	7.6
Vidrio	4.3	3.8	3.4	0.9	6.9	6.3
Textiles	7.2	2.3	1.7	3.8	3.8	
Otros	15.3	2	12.3	3.8	19.4	31

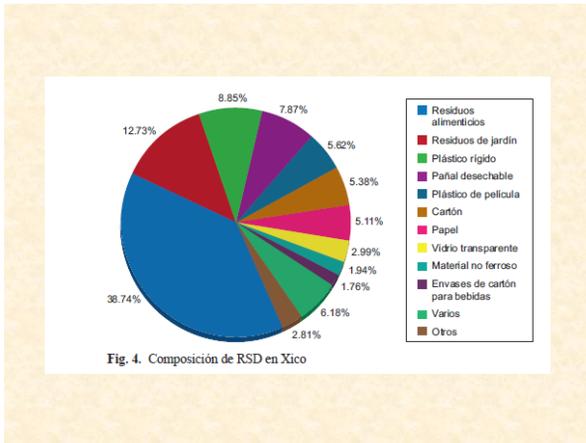
a - González y Ríos (1986)
 b - Facultad de Ingeniería
 c - Plan Director de RS
 d - Schmidell *et al.* (1979)
 e - De Walle *et al.* (1978)
 f - USEPA (1996)

La composición va variando según el grado de desarrollo económico y el tiempo.

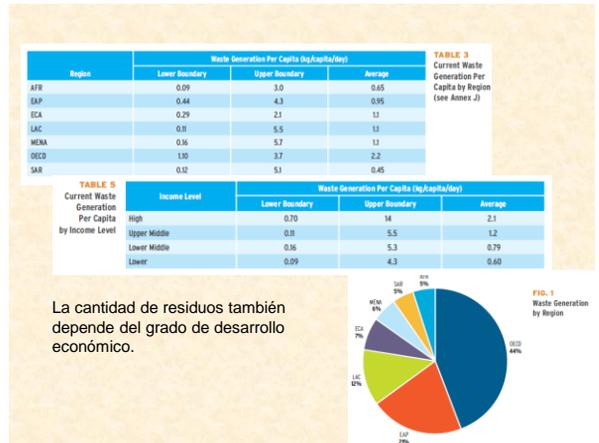
41



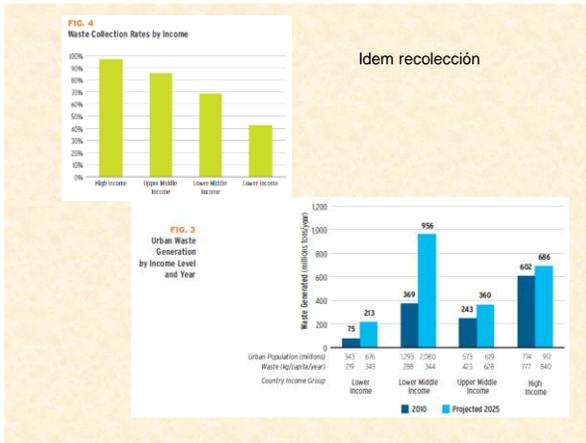
42



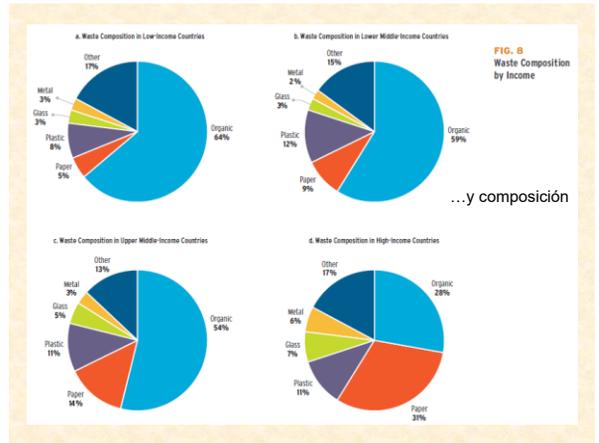
43



44



45



46

Income Level	CURRENT ESTIMATES*					
	Organic (%)	Paper (%)	Plastic (%)	Glass (%)	Metal (%)	Other (%)
Low Income	64	5	8	3	3	17
Lower Middle Income	59	9	12	3	2	15
Upper Middle Income	54	14	11	5	3	13
High Income	28	31	11	7	6	17

Income Level	2025 ESTIMATES**					
	Organic (%)	Paper (%)	Plastic (%)	Glass (%)	Metal (%)	Other (%)
Low Income	62	6	9	3	3	17
Lower Middle Income	55	10	13	4	3	15
Upper Middle Income	50	15	12	4	4	15
High Income	28	30	11	7	6	18

*Source year varies, see Annex C on Data Availability.
**Source: by author from global trends, and Annex J.

47

Departamento	Población Urbana	Tasa de generación (kg/hab.día)			Total generado (ton/día)		
		Domicil.	RSDPG*	RSU	Domicil.	RSDPG*	RSU
Montevideo	1.370.266	0,50	0,88	1,22	685	1.210	1.678
Canelones	314.092	0,38-0,50	0,62	0,82	119-157	196	254
San José	31.129	0,38-0,50	0,62	0,77	12-16	19	24
AMM	1.715.487	0,38-0,50	0,83	1,14	652-858	1.425	1.956

* RSDPG: Residuos sólidos domiciliarios y de pequeños generadores

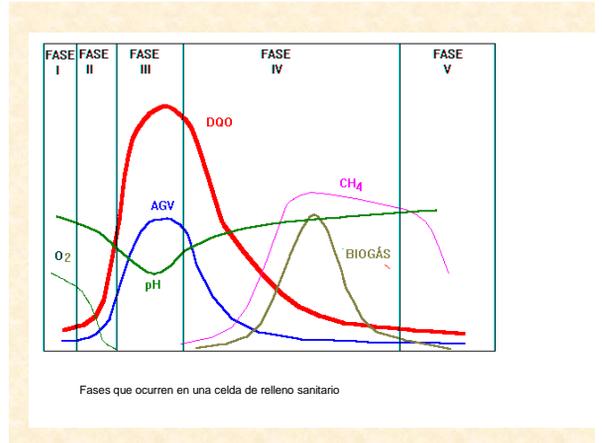
La composición de los residuos ordinarios en la disposición final es:

Material	%
Materiales orgánicos	55,4%
Plástico	12,6%
Papel y cartón	13,2%
Metal	1,4%
Vidrio	3,4%
Textil	1,7%
Otros	12,3%
Total	100%

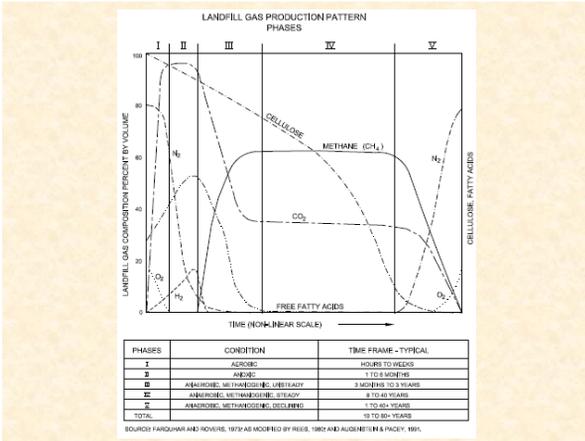
48



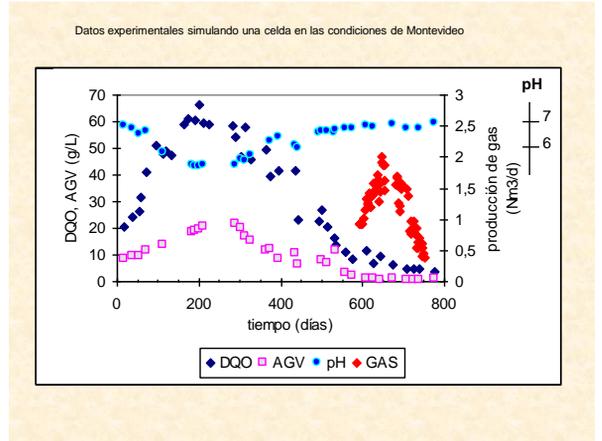
49



50



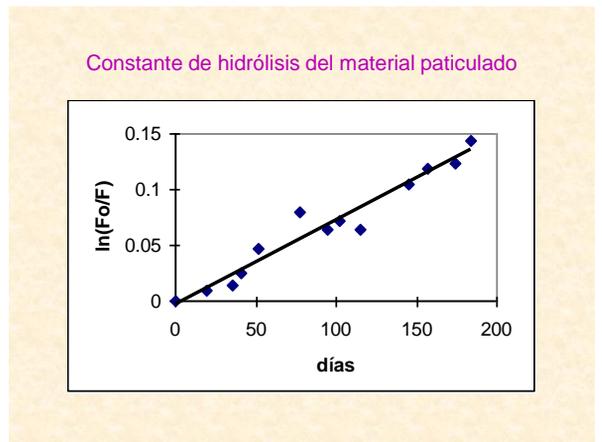
51



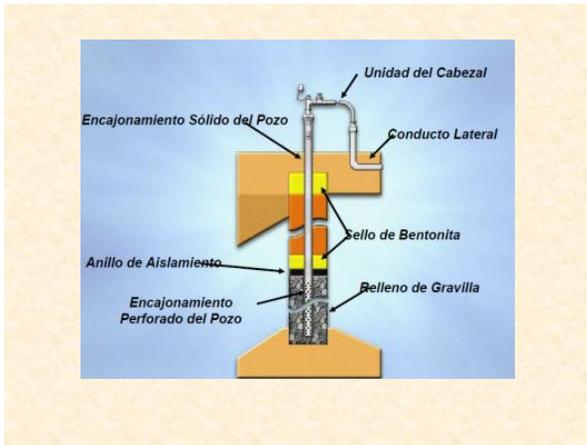
52



53



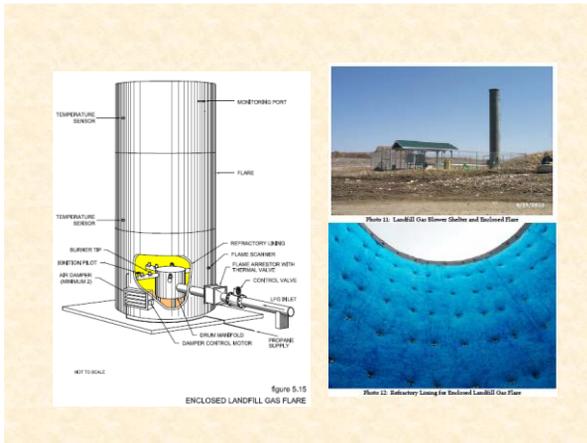
54



61



62



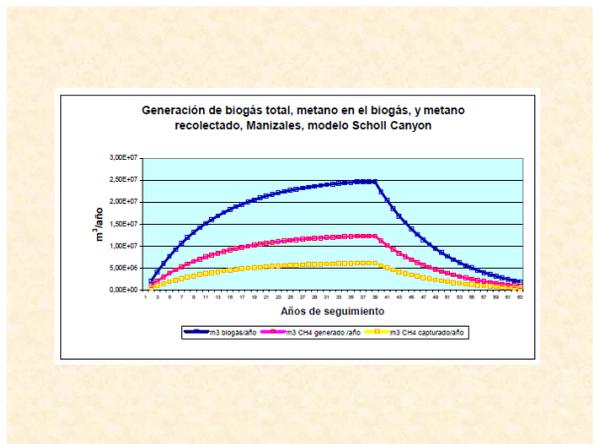
63



64



65



66

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)

Valores de k y L_0			
Precipitación, mm/año	K , año ⁻¹	L_0 , m ³ /t	L_0 , ft ³ /t
0 - 249	0.040	60	1920
50 - 499	0.050	80	2560
500 - 999	0.065	84	2690
999 - 1999	0.080	84	2690
>2000	0.080	84	2690

Tomado de Sedesol, México, 2004

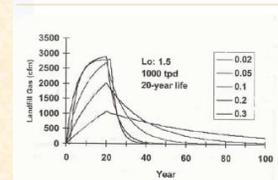
67

" 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

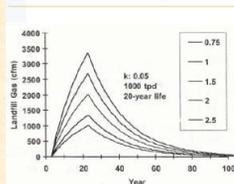


68

" 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



69

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/m³

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

70

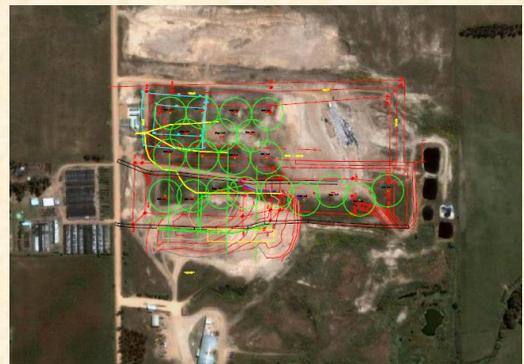
Relleno de Las Rosas, Maldonado

Información brindada por Ing. Zamonsky

Cuantificación de los objetivos

- Vida útil mínima del Proyecto: 15 años
- Cantidad de metano capturado: 19.000 ton
- Generación de energía eléctrica: 59.000 MW-h
- Volumen de GRS capturado: 42 millones de m³
- Contenido de metano en el GRS: 52 %

71



72

POZOS DE CAPTACIÓN

- Diámetro 50 cm
- Equipado con tubo perforado de PEAD y relleno con grava
- Campana superior de acero galvanizado con conexión bridada y válvula manual para biogás
- Toma de muestras de biogás
- Posibilidad de instalar bomba neumática para extracción de lixiviado

LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

- 3 conducciones principales de PEAD de 160 mm de diámetro
- Tendido sobre camellones de tierra y soportes instalados sobre el terreno de los módulos
- Extracción de condensados en puntos bajos hacia vasos de decantación o de retorno hacia los pozos

73



74

Planta de Desgasificación y Generación de Energía Eléctrica



- La planta cuenta con capacidad de procesamiento de 1000 Nm³/h y dos motogeneradores de 500 kw cada uno, así como los sistemas de monitoreo y control que permiten la exportación de la energía a la red pública

75



76

ANTORCHA

- Quema el biogás no enviado a motogeneradores
- Cámara de combustión de acero inoxidable con recubrimiento refractario interior
- Temperatura de combustión 1.100 °C
- Válvula de regulación modulante, de accionamiento neumático, comandada a través del PLC en función de la consigna de presión del biogás enviado a los motogeneradores



SALA DE CONTROL

- Central de Análisis -Analizadores de metano (por absorción de infrarrojos) y oxígeno (magnetotérmico)
- Central de Control, que contiene el PLC central de control
- PC con sistema SCADA
- Analizador de gases portátil
- Anemómetro portátil
- Servicios auxiliares (compresores de aire, enfriador de agua)

77

MOTOGENERADORES

- 2 motores alternativos para GRS, turboalimentados, equipados con alternador síncrono de 477 kW e a 1.500 rpm cada uno
- Motores - Ciclo Otto 4 tiempos - Cilindrada 36 litros (12 cilindros en V)
- Conjuntos instalados en contenedores con aislación acústica para máximo 65 dB(A) a 10 metros - Potencia nominal total instalada 1 MW

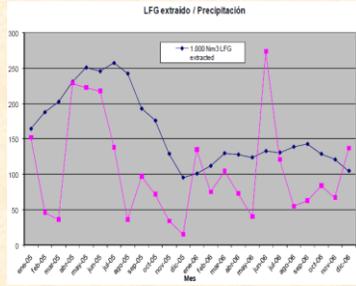


CENTRAL DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA

- Estación generadora conectada a red existente de UTE de 6,3 kV (San Carlos - Pinares)
- De tipo interior instalado dentro de un contenedor
- Tablero general de distribución de BT
- Tableros de mando de grupos y general
- PLC
- Caldas de MT con acceso exclusivo de UTE

78

Año	Estimación de extracción de Biogás (10 ³ Nm ³ /año)	Producción Real (10 ³ Nm ³ /año)	Diferencia (10 ³ Nm ³ /año)	Diferencia (%)
2005	2.535	2.379	-156	-6,2%
2006	1.963	1.496	-467	-23,8%



79

¡MUCHAS GRACIAS!

80