

SEGUIMIENTO INTEGRADO DE ANTIGUOS VERTEDEROS: UN EJEMPLO

III Congreso bienal de MTD en vertederos y suelos contaminados
VERSOS'12

21 y 22 de noviembre, Palacio Euskalduna de Bilbao



Ana López, Ancella Molleda y Amaya Lobo

Grupo de Ingeniería Ambiental

Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Universidad de Cantabria



INTRODUCCIÓN

IDEA

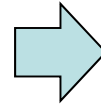
EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

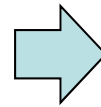
Normativa



Protocolos mínimos de seguimiento

- Datos meteorológicos
- Aguas superficiales y subterráneas
- Lixiviados
- Gases
- Asentamientos

Vertederos especiales



Necesario un seguimiento más detallado

INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

CONCEPTO DE “SEGUIMIENTO INTEGRADO”

1. Agrupa estrategias de seguimiento

- Seguimiento analítico
- Seguimiento por instrumentación
- Modelos de simulación

INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

CONCEPTO DE “SEGUIMIENTO INTEGRADO”

1. Agrupa estrategias de seguimiento

- Seguimiento analítico
- Seguimiento por instrumentación
- Modelos de simulación

2. Considera interrelaciones

- Lixiviado
- Gas
- Asentamientos
- ...

INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

ANTIGUO VERTEDERO DE CORRAL SERRA

Operó desde los 70 hasta el año 2005

VASO 2 ~ 25000 m²

VOLUMEN TOTAL ~
140000 m³

VASO 4 ~ 45000 m²

VOLUMEN TOTAL ~
680000 m³



INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

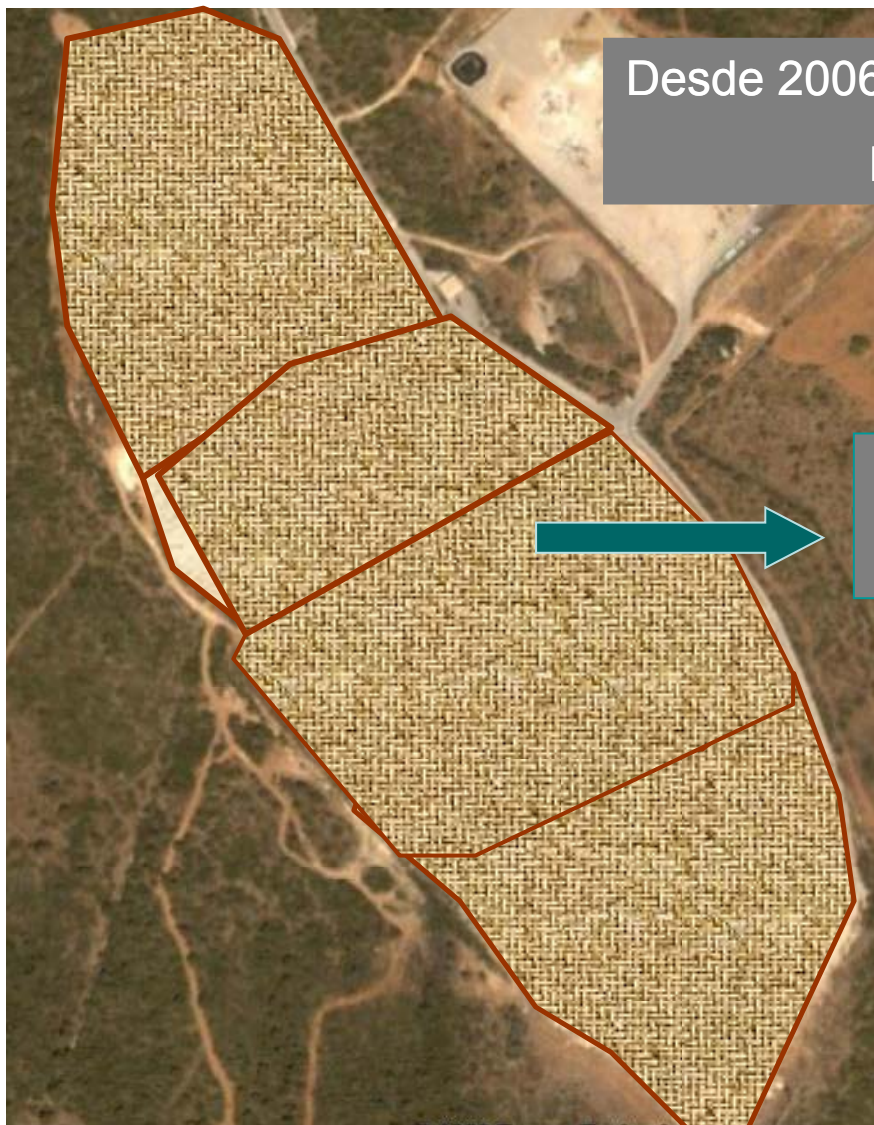
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

Desde 2006 EXPANSIÓN VERTICAL
RD 1481/2001

NUEVO VERTEDERO
Rechazos RCD's



INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

Colaboración TIRME – GIA_UC: “Control y seguimiento del vertedero de Corral Serra (Santa Margalida) mediante simulación e instrumentación”



1. ¿Potencial contaminante de las aguas?
2. ¿Potencial generación de biogás?
3. ¿Potenciales asentamientos?



INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

SISTEMA DE SEGUIMIENTO INTEGRADO

1. Caracterización del vertedero
2. Instrumentación
3. Seguimiento convencional
4. Seguimiento instrumental
5. Modelo de simulación

INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

1. CARACTERIZACIÓN

- Estado degradativo (potencial “ideal”)



INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

2. INSTRUMENTACIÓN

- 24 Termorresistencias
- 7 Puertos de muestreo de gas/lixiviado interior
- 4 Piezómetros
- 2 Boyas de nivel
- 3 Placas de asentamiento



PZ	PIEZOMETRO
ST	CELDA DE ASIENTO
PT	SENSOR DE TEMPERATURA
G	TOMAMUESTRAS GAS
L	TOMAMUESTRAS LÍQUIDO

INTRODUCCIÓN

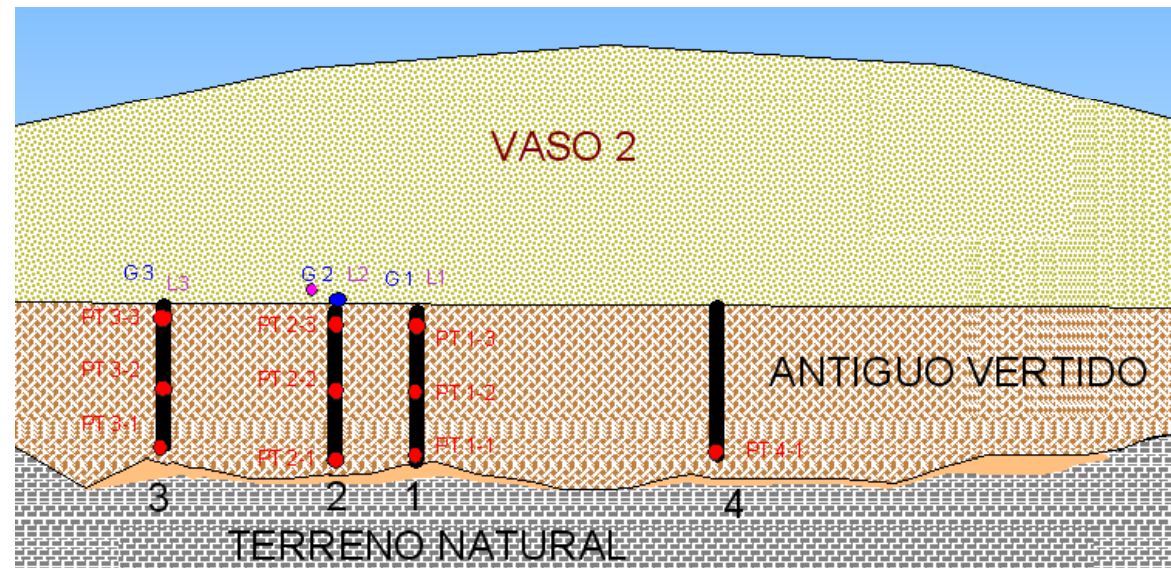
IDEA

EL EJEMPLO

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES





INTRODUCCIÓN

IDEA

EL EJEMPLO

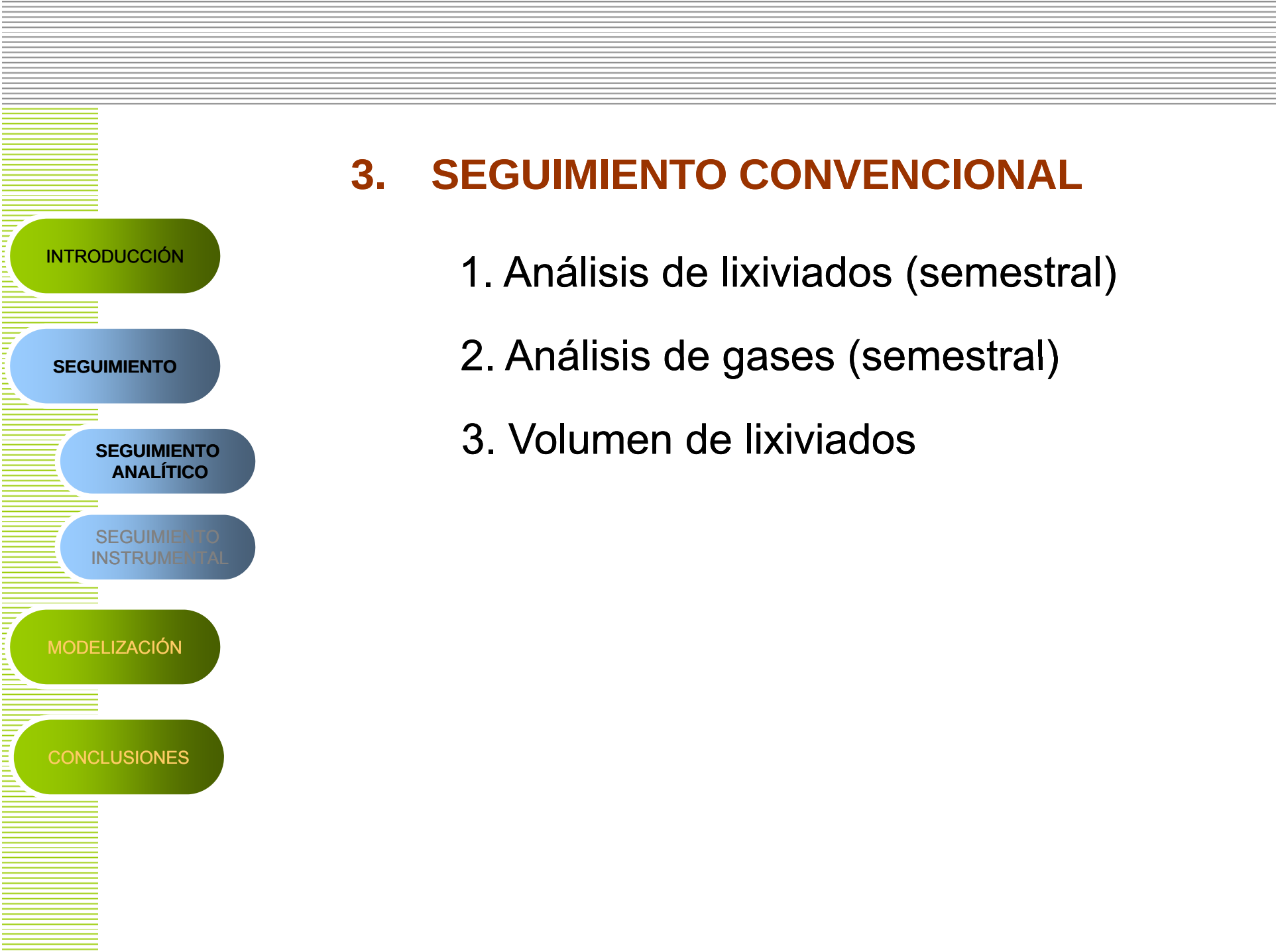
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

SISTEMA DE SEGUIMIENTO INTEGRADO

1. Caracterización del vertedero
2. Instrumentación
3. Seguimiento convencional
4. Seguimiento instrumental
5. Modelo de simulación



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

3. SEGUIMIENTO CONVENCIONAL

1. Análisis de lixiviados (semestral)
2. Análisis de gases (semestral)
3. Volumen de lixiviados

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

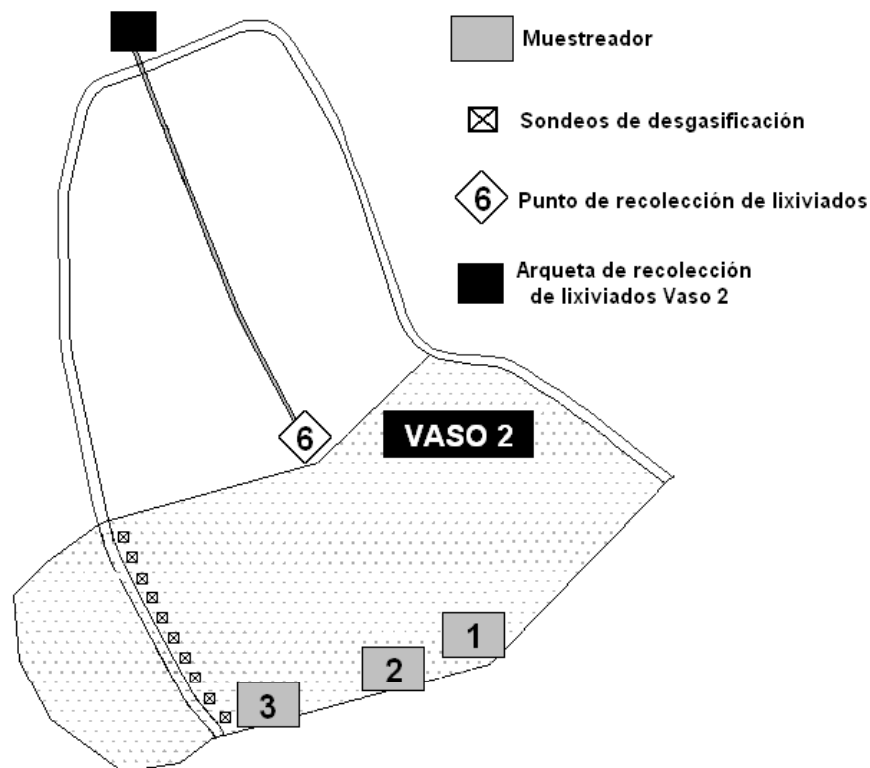
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

1. Análisis de lixiviados. Vaso 2 (Punto 6)



1. Análisis de lixiviados. Vaso 4

INTRODUCCIÓN

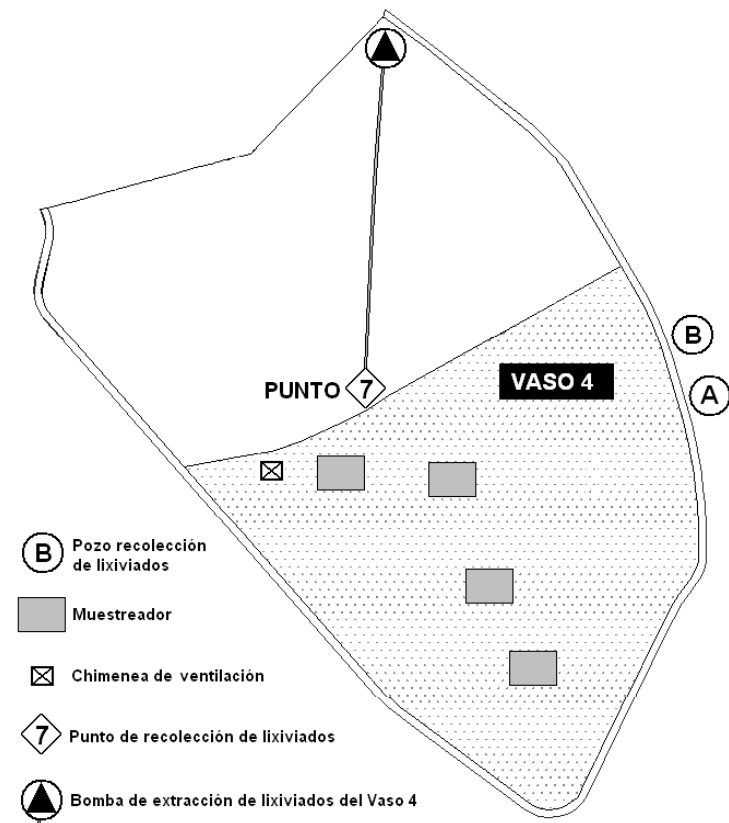
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



1. Análisis de lixiviados

INTRODUCCIÓN

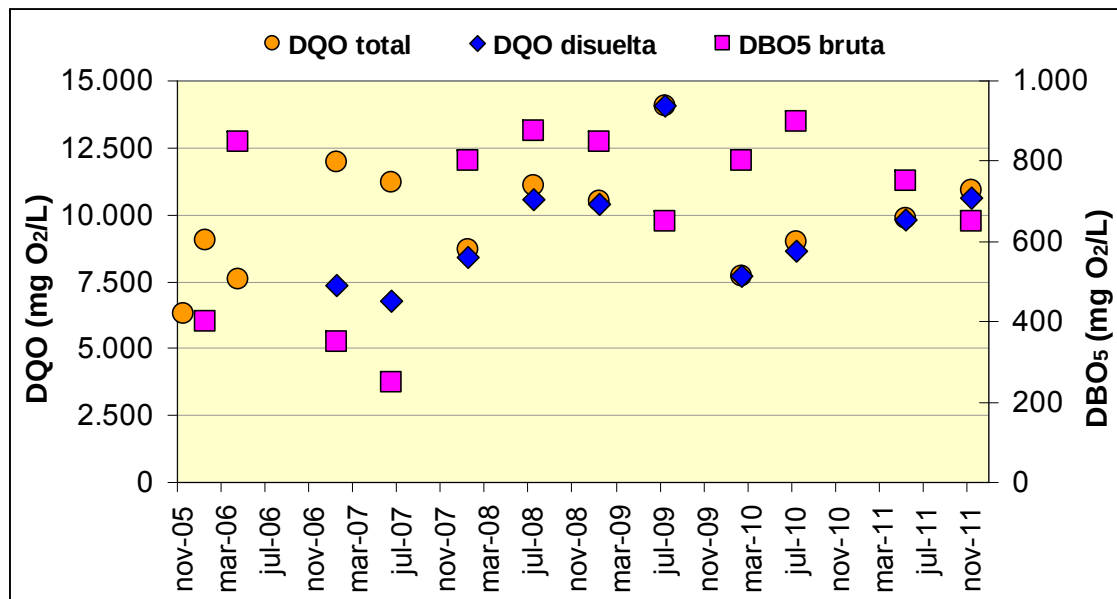
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



- Contaminación orgánica poco biodegradable

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

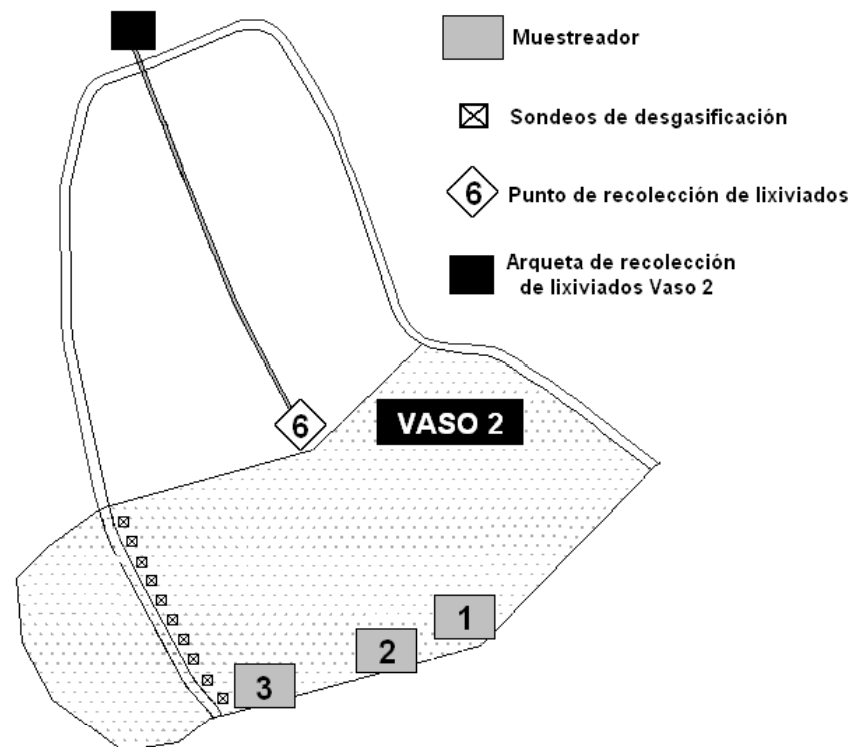
SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

2. Análisis de gases. Vaso 2

Chimeneas de ventilación



2. Análisis de gases en Vaso 2 Chimeneas de ventilación

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

2. Análisis de gases en Vaso 4. Chimenea y sondeo de desgasificación



2. Análisis de gases en Vaso 2 Chimeneas de ventilación

INTRODUCCIÓN

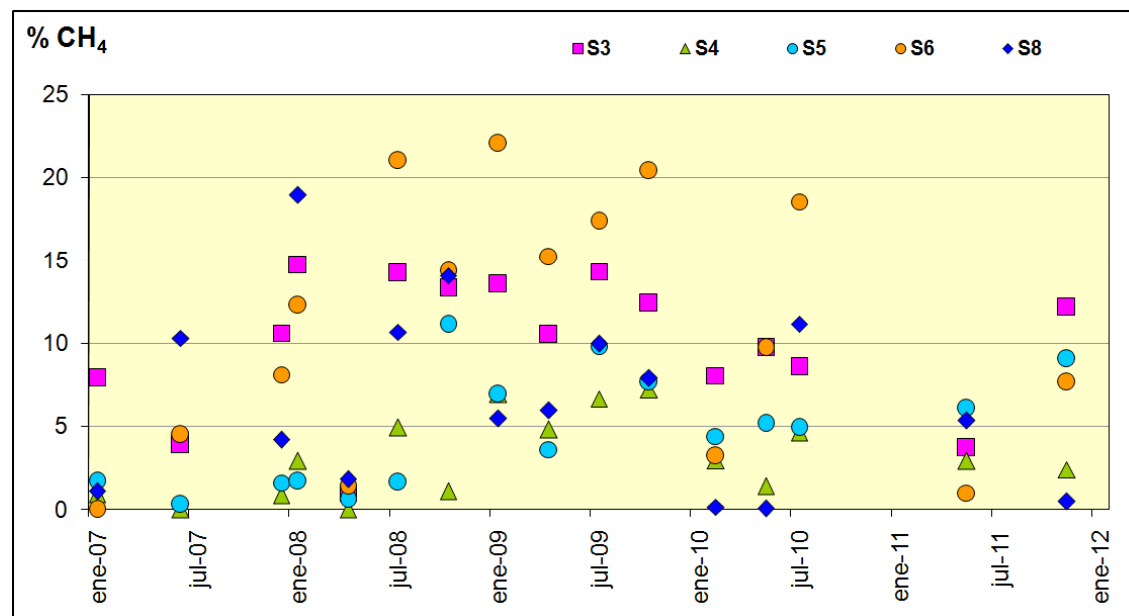
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



- Actividad metanogénica

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

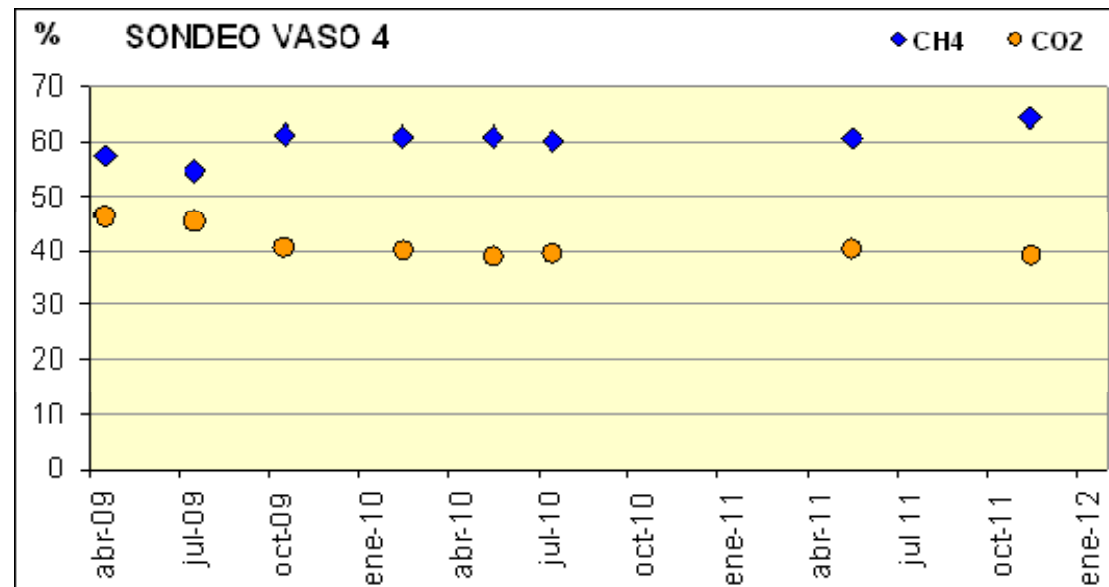
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

2. Análisis de gases en Vaso 4. Chimenea y sondeo de desgasificación



- Mayor actividad (y menor ventilación)

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

4. SEGUIMIENTO INSTRUMENTAL

1. Análisis de muestras interiores (semestral)
2. Temperaturas interiores (semanal)
3. Boyas de nivel y piezómetros (semanal)
4. Placas de asentamiento

1. Análisis de muestras interiores

INTRODUCCIÓN

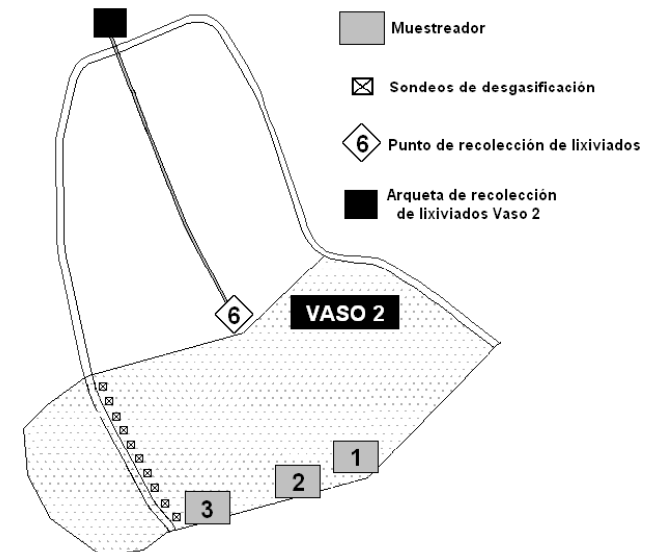
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

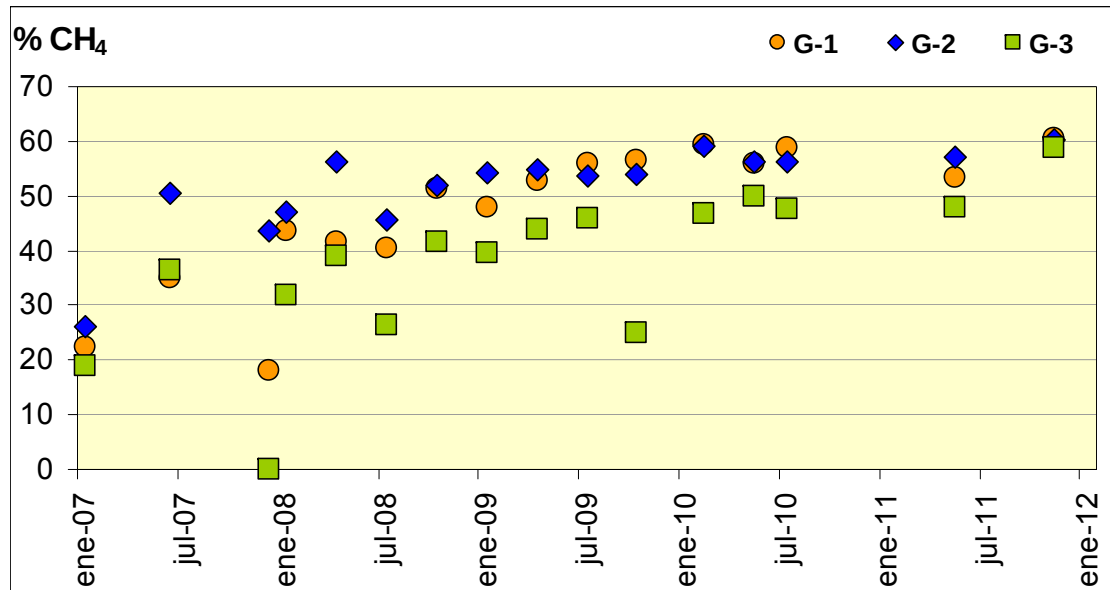
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

1. Análisis de muestras interiores. Vaso 2



- Condiciones metanogénicas (mantenidas)
- Chimeneas de venteo efectivas

1. Análisis de muestras interiores. Vaso 4

INTRODUCCIÓN

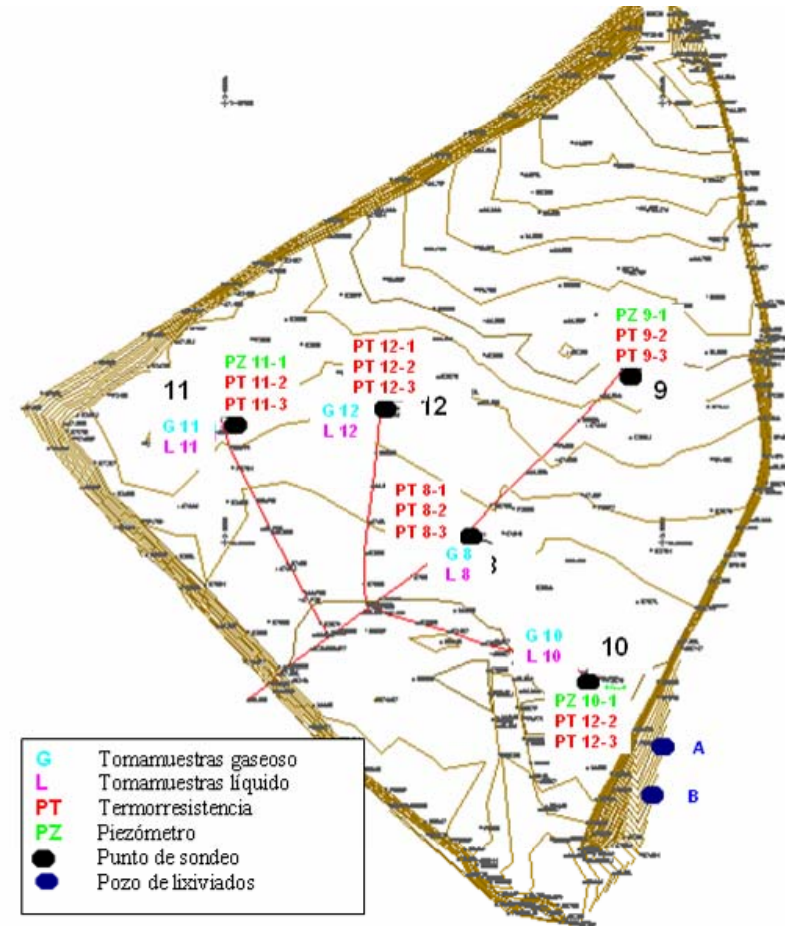
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

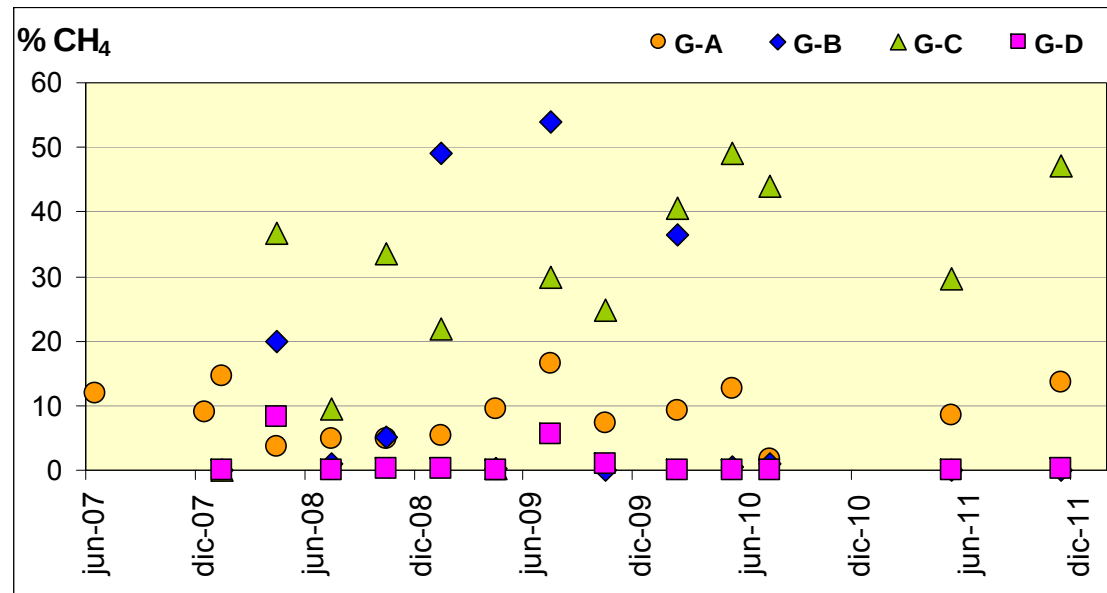
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

1. Análisis de muestras interiores. Vaso 4



- Variabilidad: zonas de mayor actividad
- Acumulación de líquido (B y D)

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

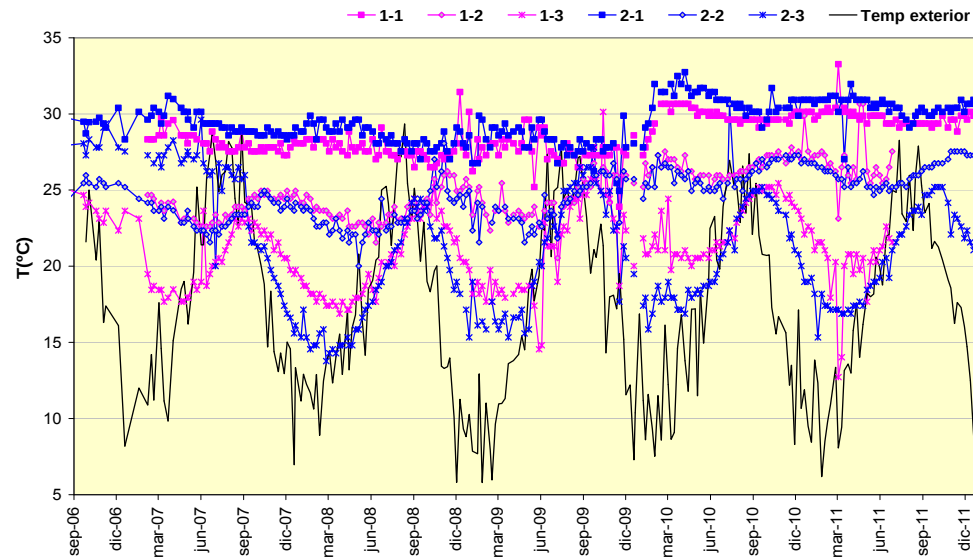
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

2. Temperatura. Vaso 2



- Influencia del contorno
- Temperatura mantenida

2. Temperatura. Vaso 4

INTRODUCCIÓN

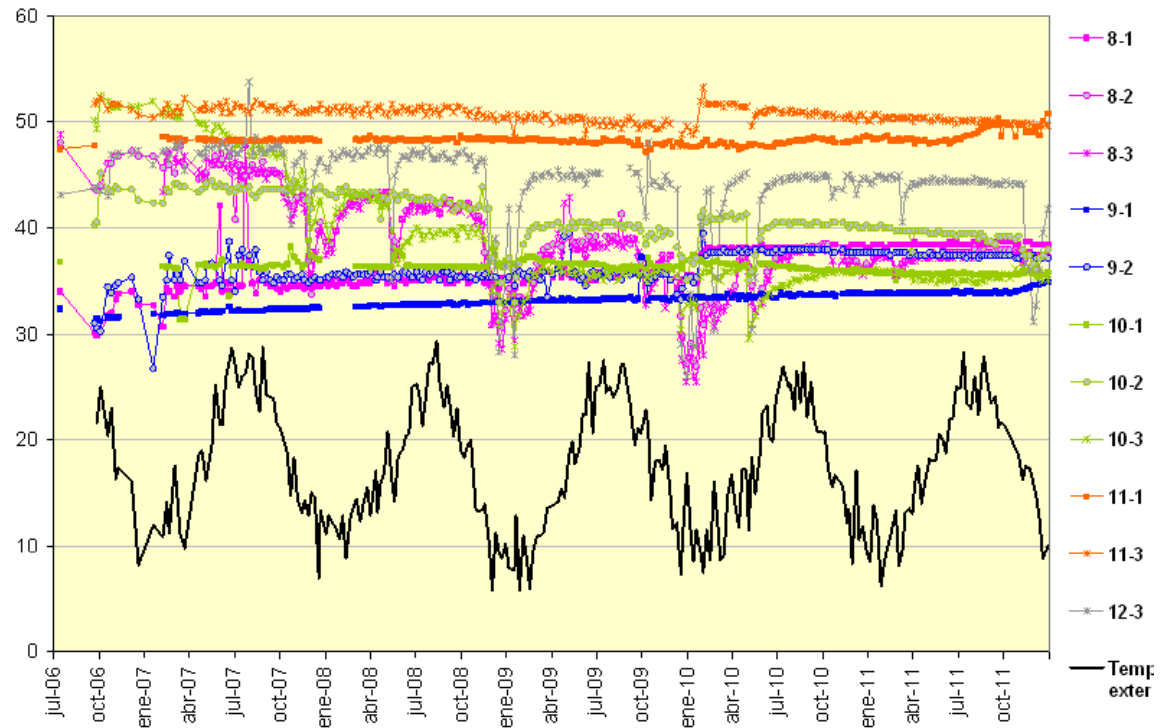
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



- Actividad biológica + intensa
- Confirmación de zonas activas
- Detección del paso de agua

4. Placas de asentamiento

INTRODUCCIÓN

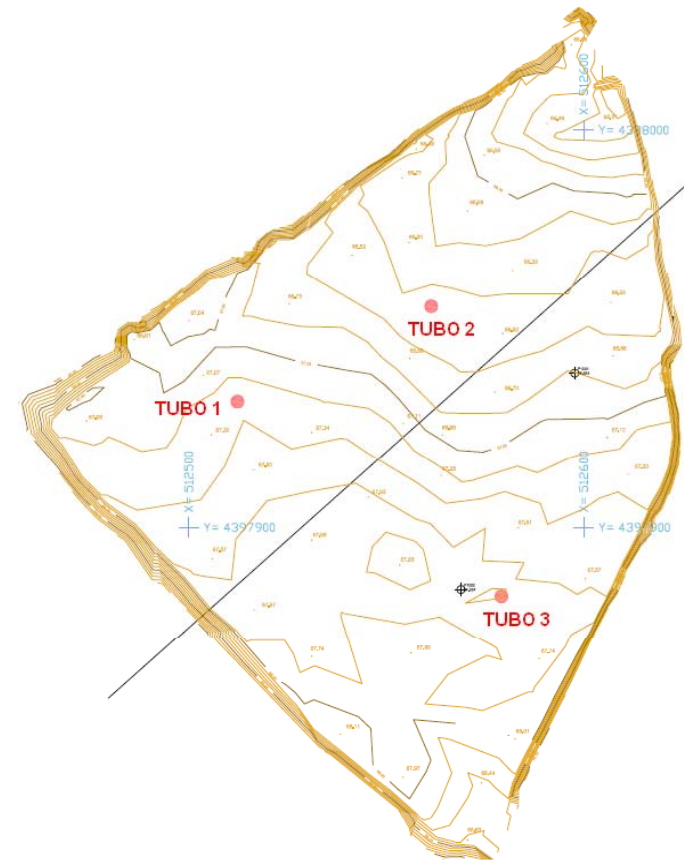
SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

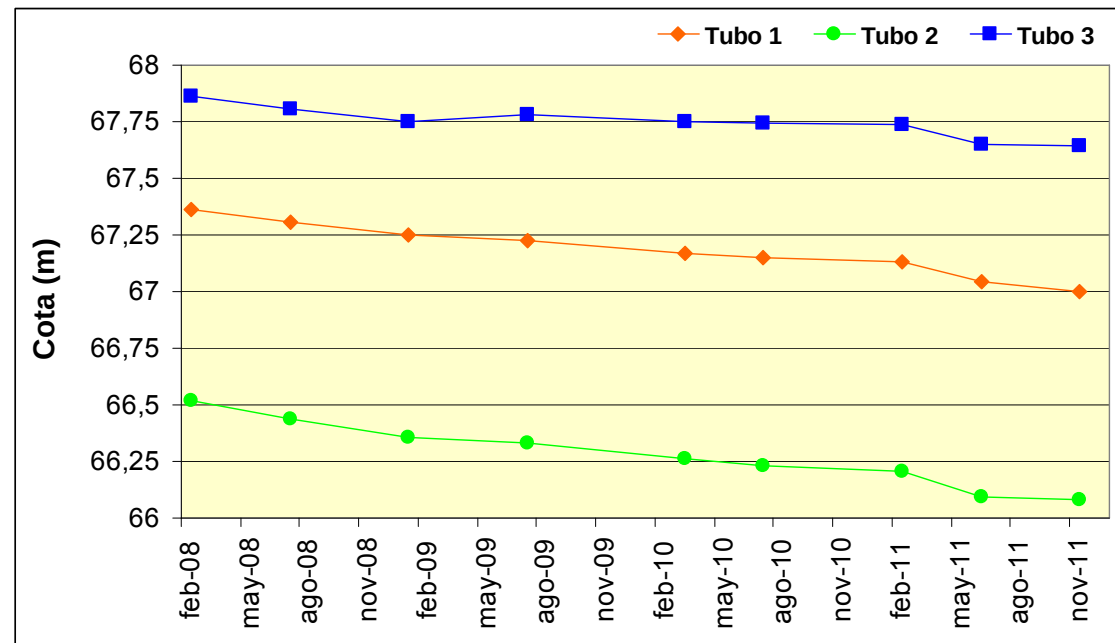
SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

4. Placas de asentamiento



- Asentamiento gradual
- No asentamientos diferenciales importantes



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

SEGUIMIENTO
ANALÍTICO

SEGUIMIENTO
INSTRUMENTAL

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

SISTEMA DE SEGUIMIENTO INTEGRADO

1. Caracterización del vertedero
2. Instrumentación
3. Seguimiento convencional
4. Seguimiento instrumental
5. Modelo de simulación

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

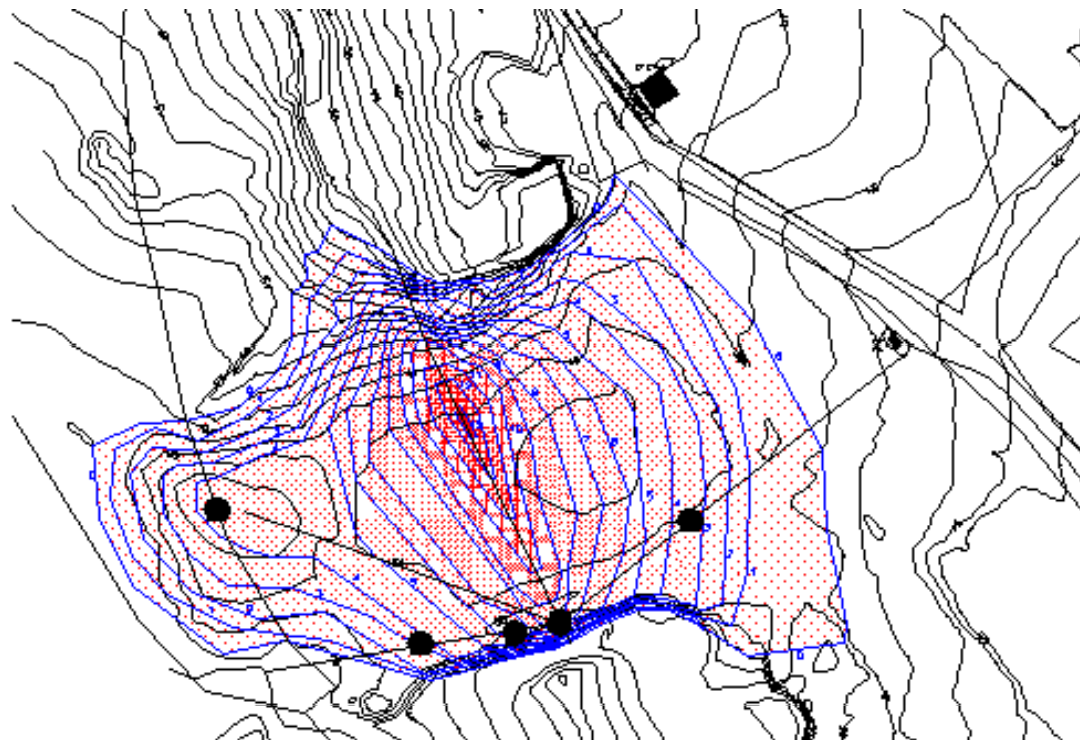
PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

Modelo de simulación basado en MODUELO



→ Cartografía disponible (y sondeos)



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

Diferenciación de ZONAS según composición



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

Diferenciación de ZONAS según humedad



NO SATURADA



SATURADA

COMPOSICIÓN GLOBAL	SATURADA		NO SATURADA
COMPOSICIÓN (%)	ZONA B	ZONA A	ZONA A
Carbono (%)	12,05%	10,41%	10,41%
Hidrógeno (%)	1,56%	1,36%	1,36%
Oxígeno (%)	8,81%	7,77%	7,77%
Nitrógeno (%)	1,71%	2,20%	2,20%
Azufre (%)	0,07%	0,08%	0,08%
Cenizas (%)	75,80%	78,18%	78,18%

Calibración hidrológica



INTRODUCCIÓN

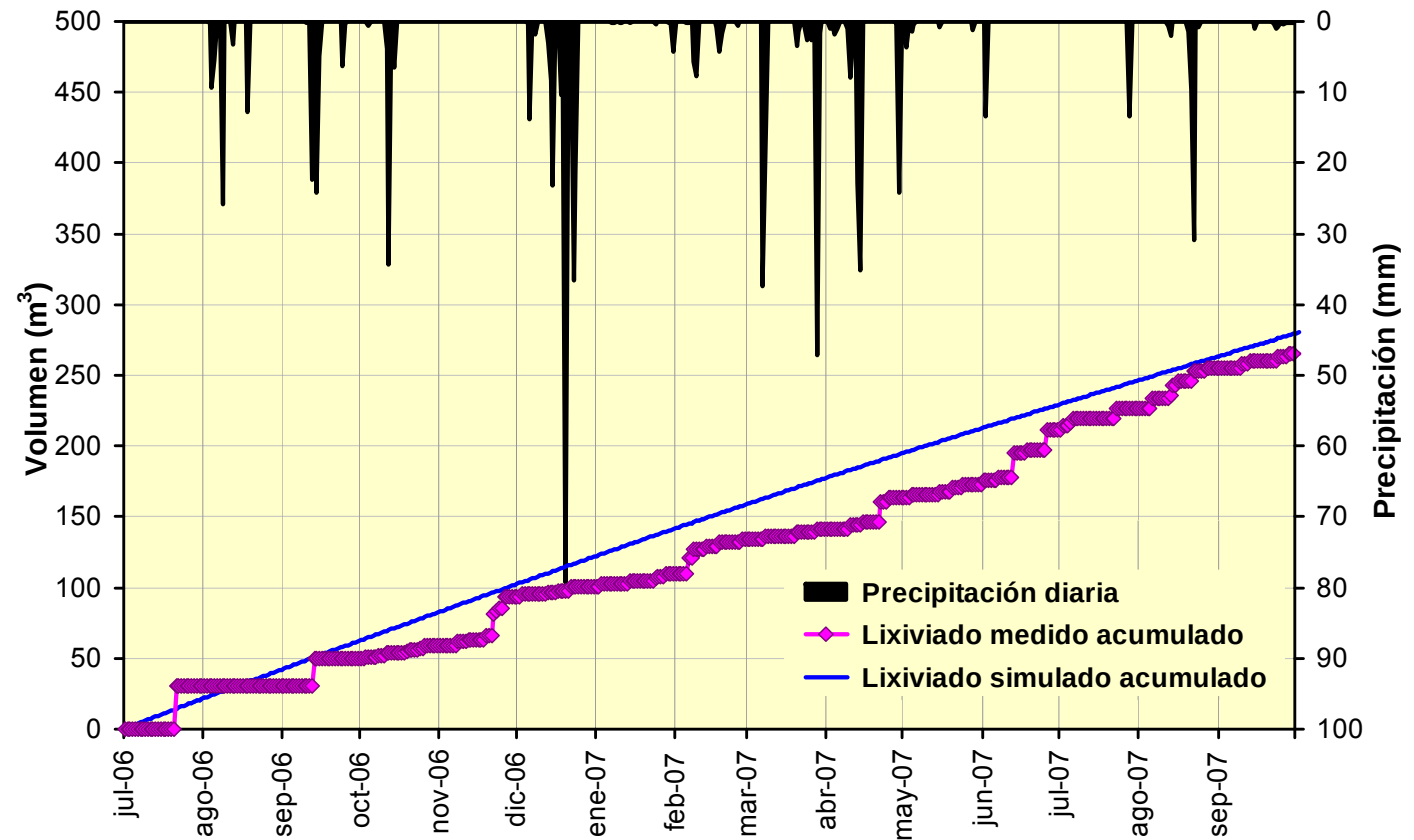
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES



Calibración de la degradación



INTRODUCCIÓN

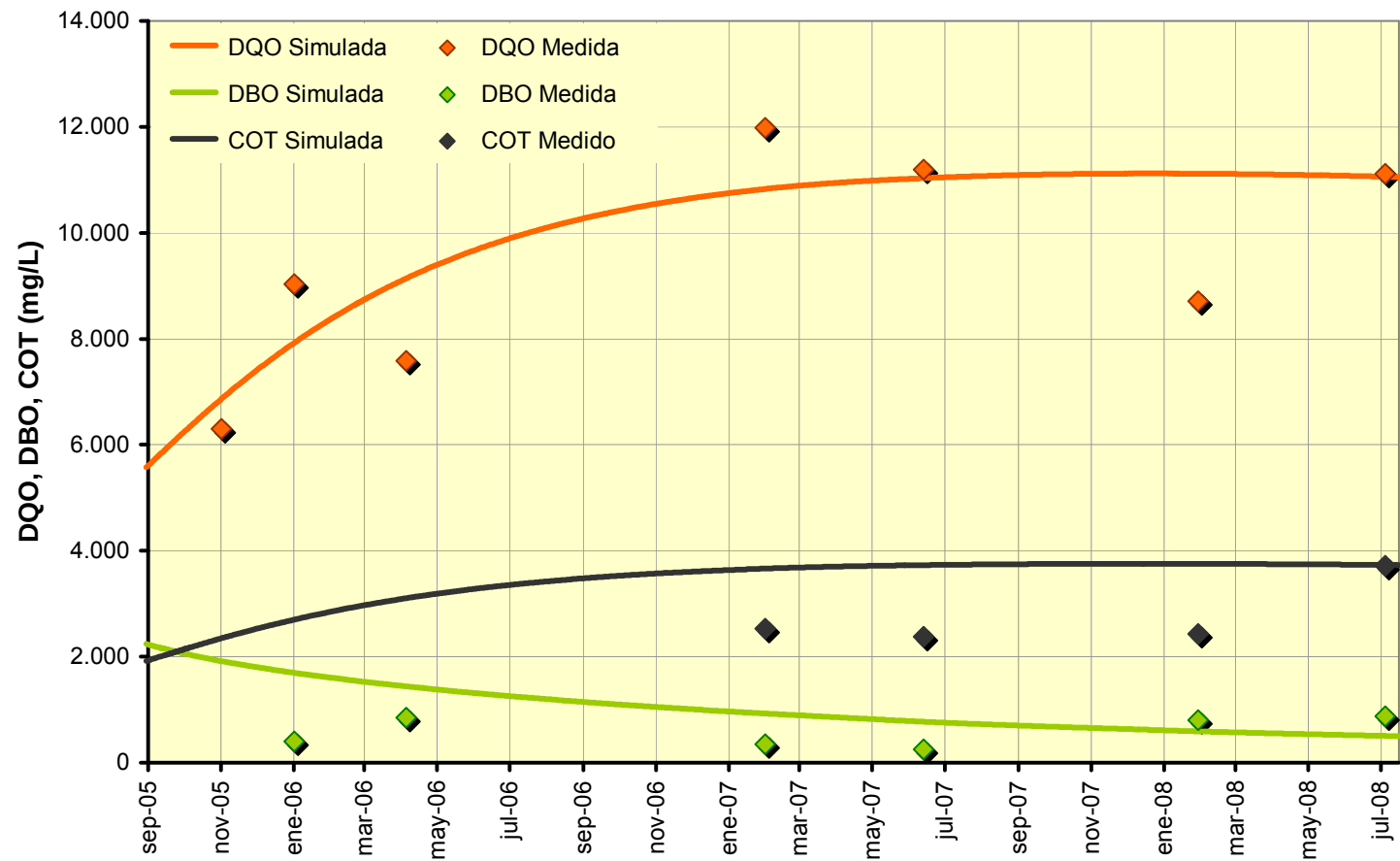
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

MODELO DE SIMULACIÓN



- Base de datos:
 - Caracterización
 - Operación
 - Seguimiento
- Contraste de seguimiento
- Predicción

INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

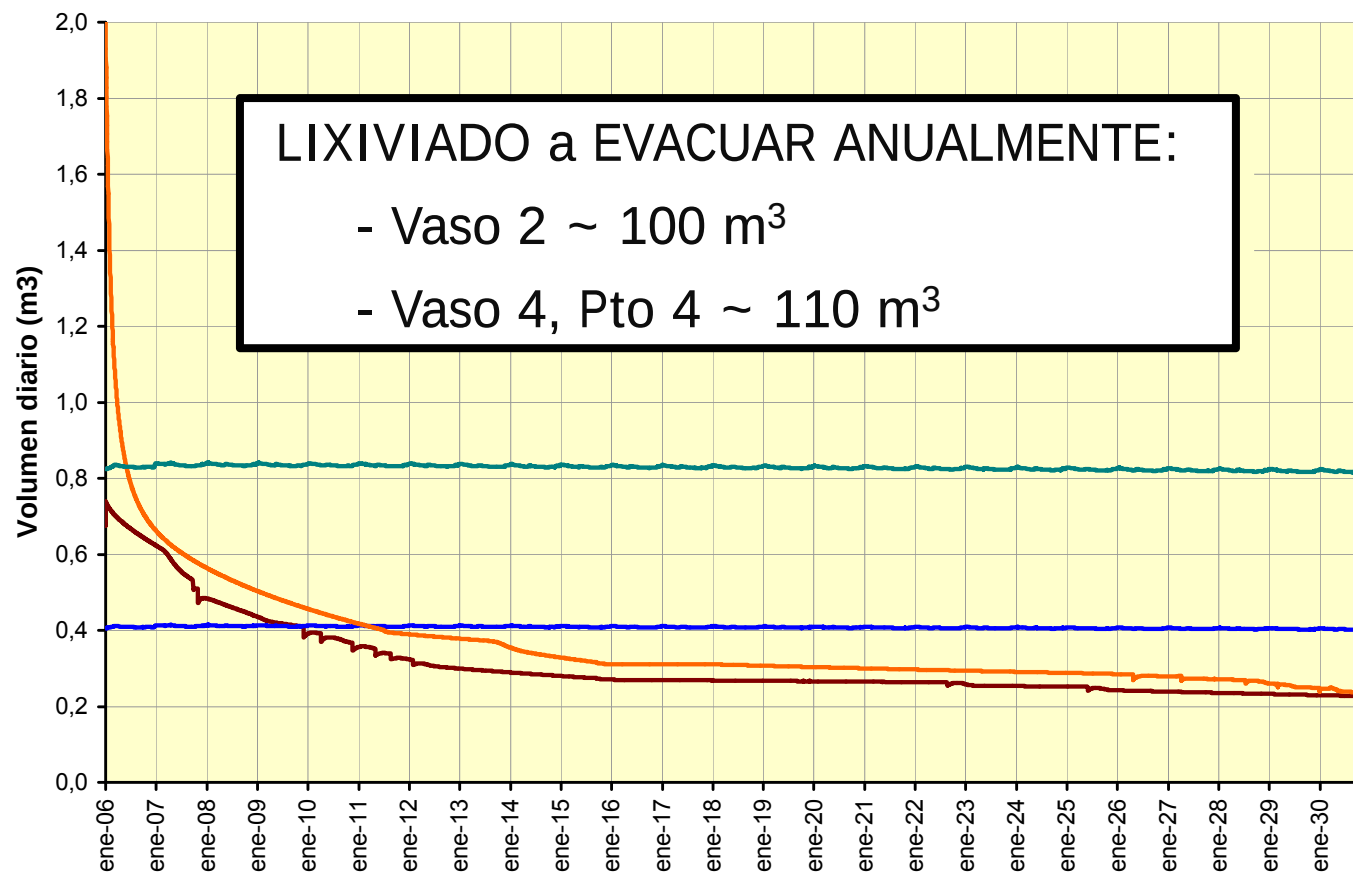
MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE LIXIVIADO



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

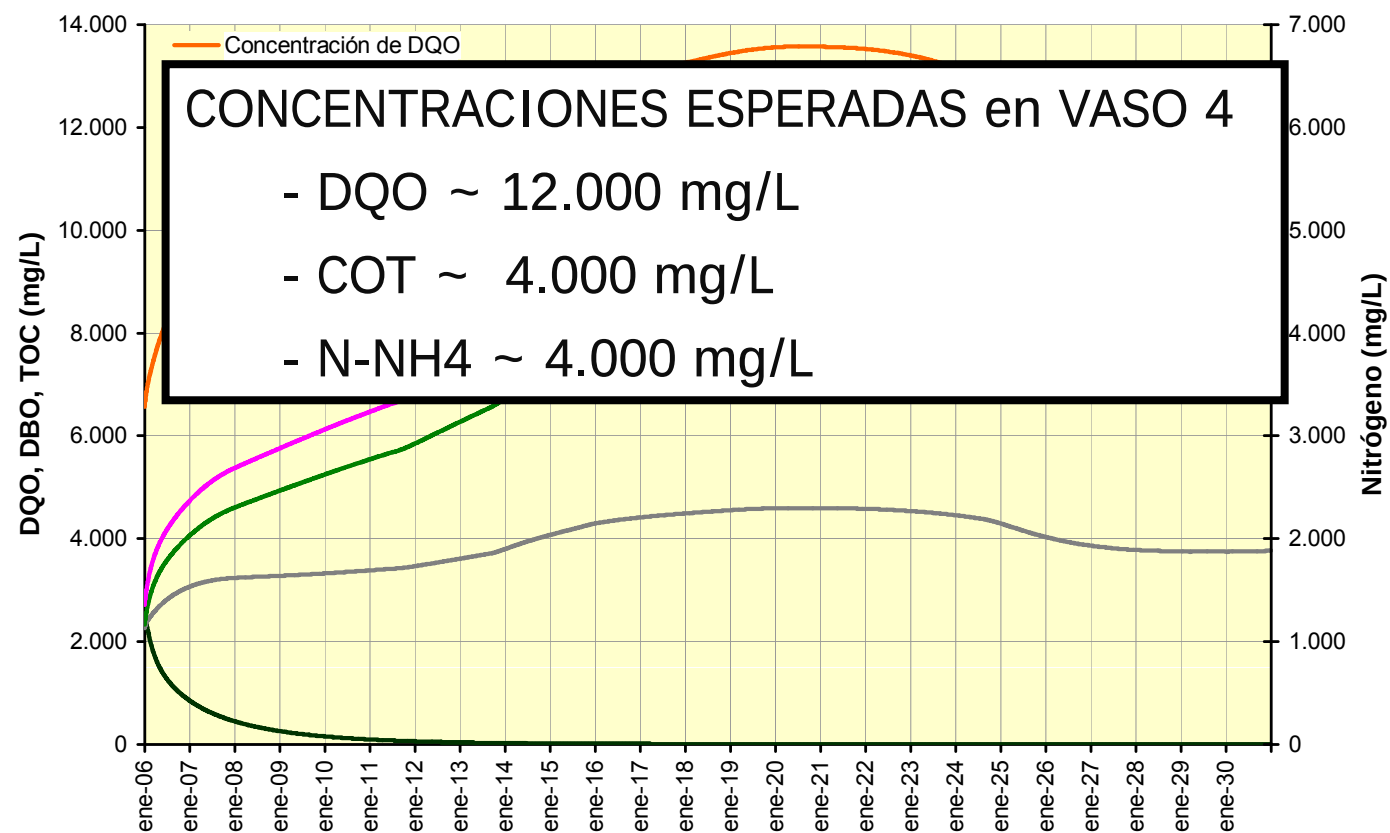
MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES

ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE LIXIVIADO



ESTIMACIÓN DE GAS GENERADO



INTRODUCCIÓN

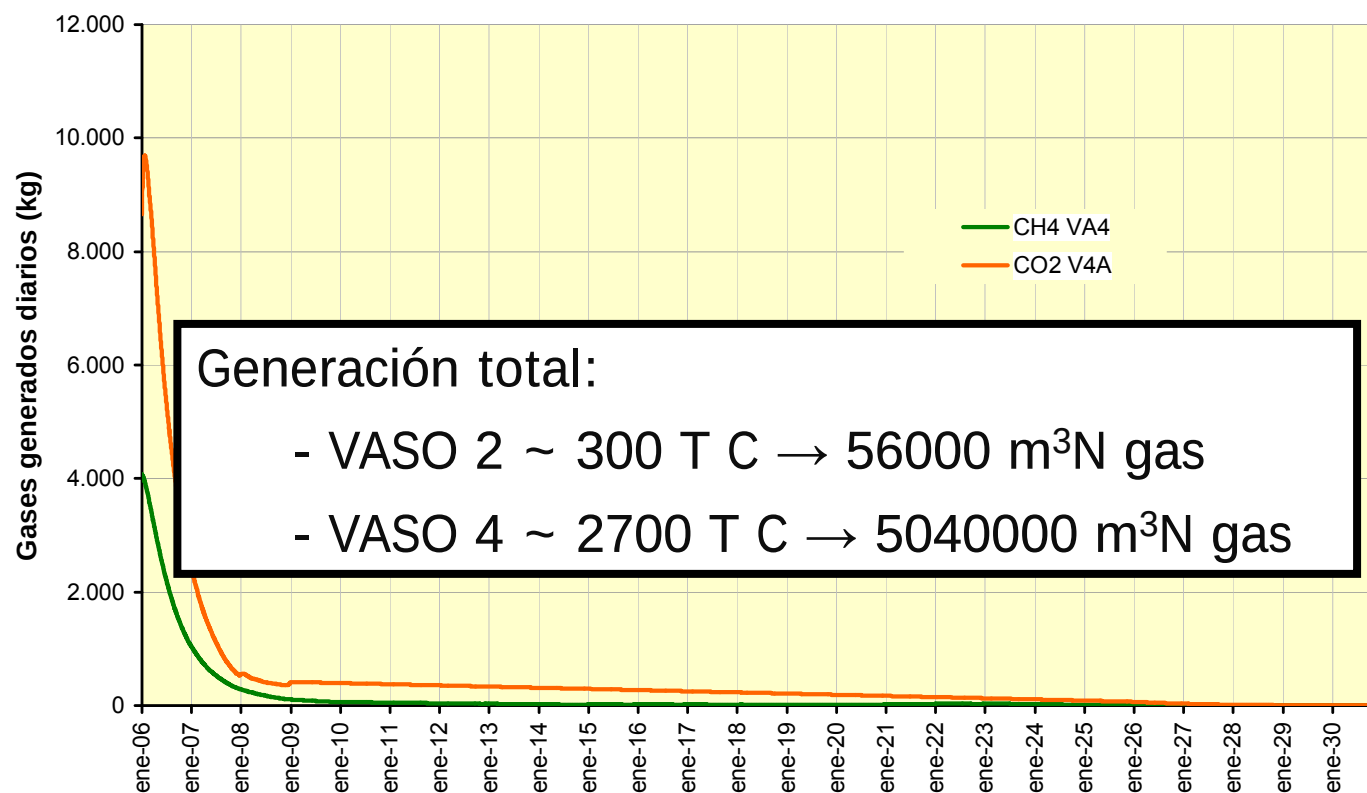
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES



ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS



INTRODUCCIÓN

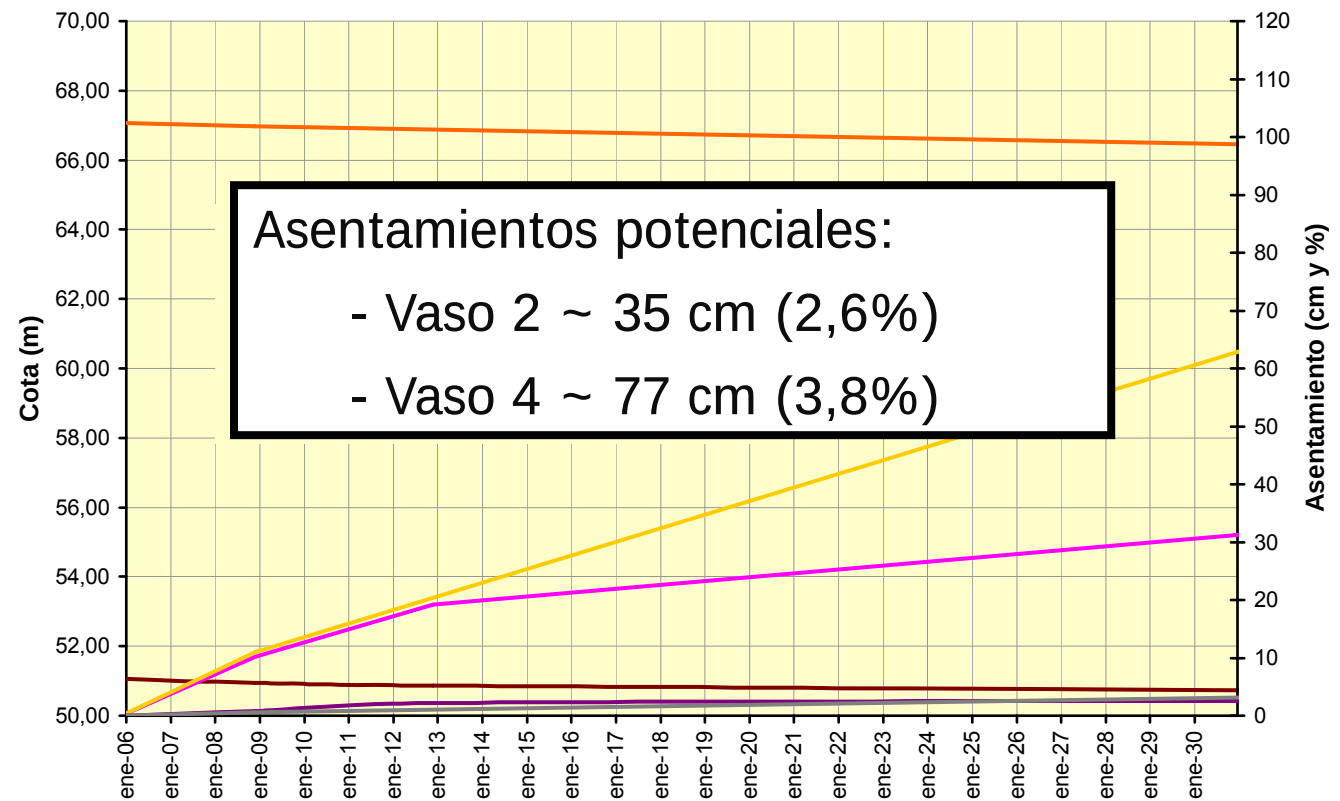
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CREACIÓN
DEL MODELO

PREDICCIÓN

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

IMPLICACIONES
EXPLOTACION

RESUMEN

El vertedero estudiado:

- Conserva potencial contaminante
- Degradación activa y se mantiene
- Asentamientos no problemáticos

■ Necesidad tratamiento de lixiviados

■ Necesidad de ventilación de gases

INTRODUCCIÓN

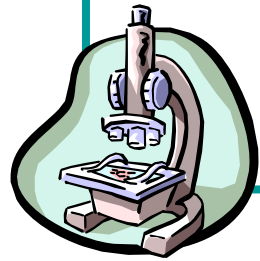
SEGUIMIENTO

MODELIZACIÓN

CONCLUSIONES

IMPLICACIONES
EXPLOTACION

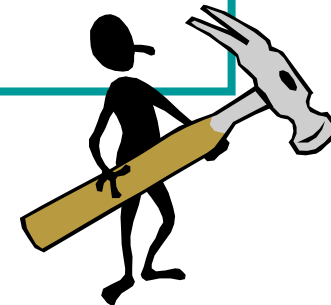
RESUMEN



Sistema de seguimiento avanzado:

- Convencional
- Instrumentación

+ Herramienta de simulación



Diagnóstico “integral”

Seguimiento sistematizado

Mejor control

SEGUIMIENTO INTEGRADO DE ANTIGUOS VERTEDEROS: UN EJEMPLO

III Congreso bienal de MTD en vertederos y suelos contaminados VERSOS'12
21 y 22 de noviembre, Palacio Euskalduna de Bilbao



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Agradecemos a TIRME S.A. su interés y colaboración