

UTILIZACIÓN DE MICROTURBINAS PARA
EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL
BIOGÁS DE VERTEDERO:
Proyecto MICROPHILOX



Elísabet González
Técnico I+D CESPA

II Congreso Internacional de MTD en vertederos
11 de Noviembre de 2010
Bilbao

-
- ❑ Introducción
 - ❑ Valorización energética del biogás
 - ❑ Proyecto MICROPHILOX
 - ❑ Conclusiones

-
- ❑ **Introducción**
 - ❑ Valorización energética del biogás
 - ❑ Proyecto MICROPHILOX
 - ❑ Conclusiones

INTRODUCCIÓN

- ❑ CESPА forma parte de Ferrovial Servicios y presta servicios urbanos e industriales en el ámbito medioambiental desde hace más de 35 años.
- ❑ Los servicios urbanos son prestados en su mayoría a Autoridades Locales e incluyen:
 - Limpieza viaria
 - Jardinería
 - Mantenimiento del alcantarillado
 - Recogida de residuos municipales
- ❑ Los servicios industriales son prestados tanto a clientes públicos como privados e incluyen:
 - Recogida de residuos industriales y peligrosos
 - Gestión y tratamiento de residuos municipales, industriales y peligrosos a través de plantas de transferencia, plantas de selección, plantas de compostaje, así como depósitos controlados.
 - Consultoría ambiental y servicios de auditoría
 - Limpieza industrial
- ❑ Líder de mercado en la gestión de depósitos controlados, así como en los servicios de jardinería.
- ❑ Entre las cinco primeras empresas en el resto de áreas de actividad
- ❑ Departamento I+D desde 1999

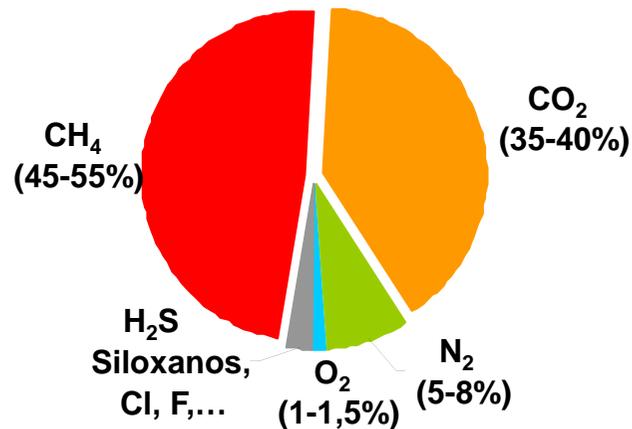
-
- ❑ Introducción
 - ❑ Valorización energética del biogás
 - ❑ Proyecto MICROPHILOX
 - ❑ Conclusiones

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

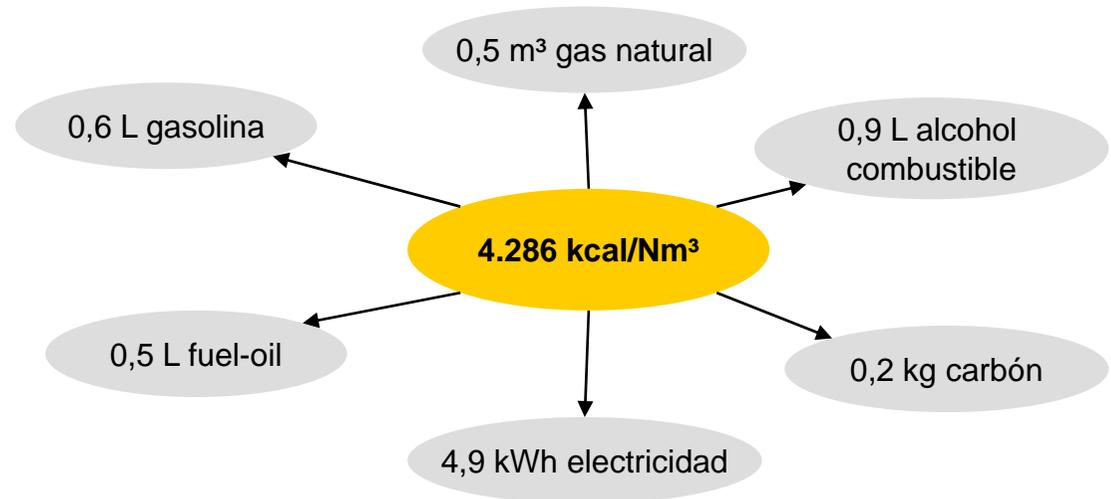
El biogás es un término conjunto referente a los gases generados en el interior de un depósito controlado. Es un gas saturado consistente en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) con trazas de componentes contaminantes.

- ❑ **Reducir problemas impacto ambiental:** Directiva 1999/31/CE del consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos
- ❑ **Contribución a la diversificación energética**

COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS

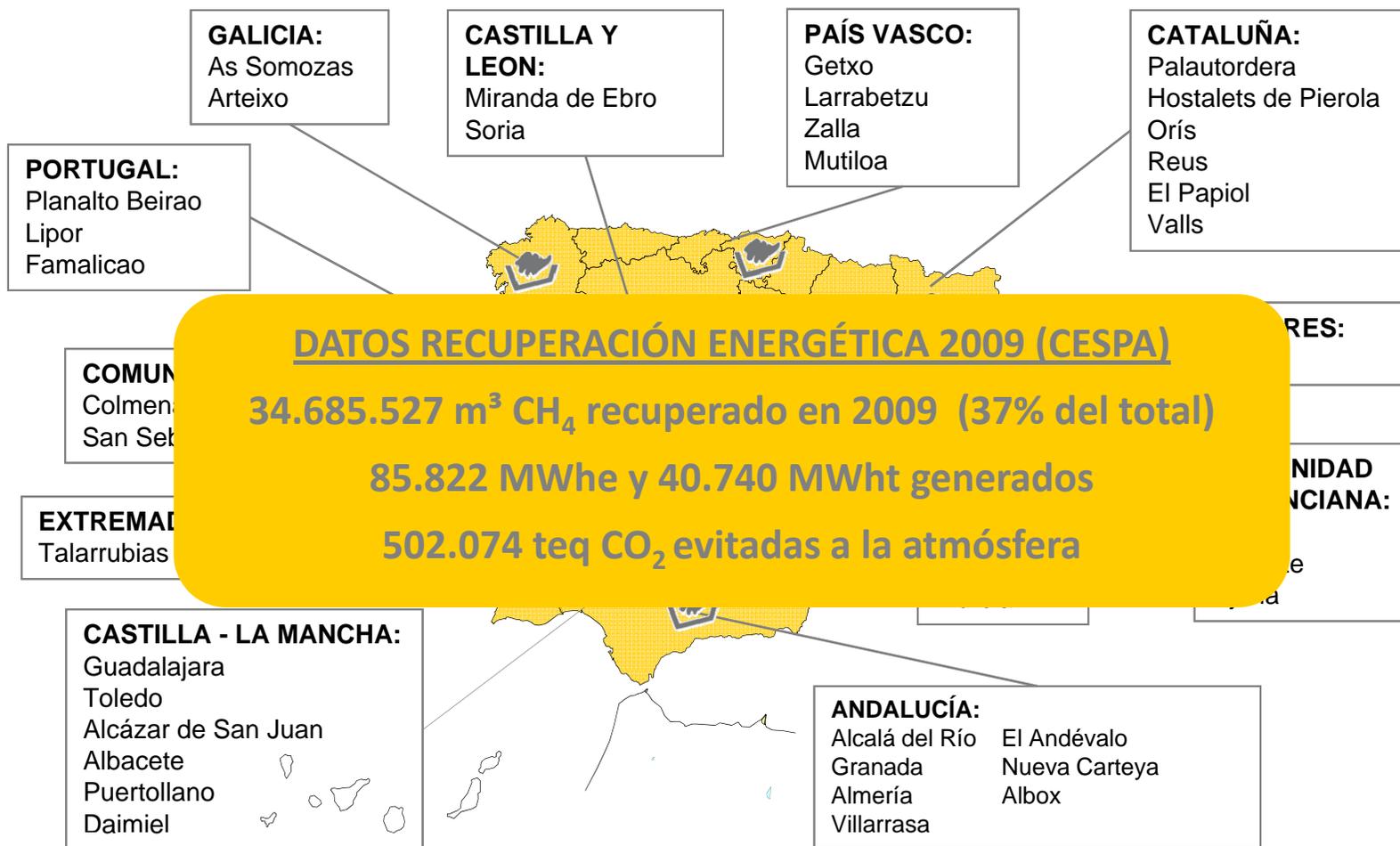


1 m³ Biogás con un contenido del 50% en CH_4 :



VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

38 DEPÓSITOS CONTROLADOS GESTIONADOS POR CESPA
10.929.160 t GESTIONADAS EN EL AÑO 2009



VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

ASPECTOS A TENER EN CUENTA A LA HORA DE APROVECHAR EL BIOGÁS:

- Tecnologías de aprovechamiento energético**
- Calidad del biogás disponible**
- Técnicas de análisis del biogás**

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

ASPECTOS A TENER EN CUENTA A LA HORA DE APROVECHAR EL BIOGÁS:

- Tecnologías de aprovechamiento energético**
- Calidad del biogás disponible
- Técnicas de análisis del biogás

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

Los motores de cogeneración son la tecnología más aplicada para el aprovechamiento energético del biogás.



CESPA:
23 motores de cogeneración
33,8 MWe instalados

INCONVENIENTES

Los motores de cogeneración no son económicamente viables cuando:

$Q_{\text{biogás}} < 300 \text{ Nm}^3/\text{h}$
Contenido en CH_4 inferior al 40%



Solución propuesta por el Departamento
Técnico de CESPA:
MICROTURBINAS

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA BIOGÁS. Tecnologías



MOTOR 1 MW



MICROTURBINA 30 kW

MODULARIDAD	> 600 kW	30-200 kW
CONCENTRACIÓN Min. CH₄	40%	35%
EFICIENCIA ELÉCTRICA	40%	26%
EFICIENCIA TÉRMICA	41%	57%
RODAMIENTOS	Aceite	Aire. No lubricantes
MANTENIMIENTO	Elevado debido a las partes móviles	Bajo. Sólo una parte móvil
EMISIONES	↑CO ₂ ↑NO _x	↓CO ₂ ↓NO _x

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

ASPECTOS A TENER EN CUENTA A LA HORA DE APROVECHAR EL BIOGÁS:

- Tecnologías de aprovechamiento energético**
- Calidad del biogás disponible**
- Técnicas de análisis del biogás**

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS. Calidad

- ❑ La viabilidad técnica y económica de una planta de recuperación de energía puede verse comprometida a causa de la presencia de contaminantes en el biogás.



- ❑ Los **siloxanos** y el **sulfuro de hidrógeno** son los contaminantes más problemáticos:

	LÍMITE MOTORES	LÍMITE MICROTURBINAS	MÁX. CONCENTRACIÓN VERTEDEROS CESPA
Siloxanos (mg/Nm ³ CH ₄)	10	0,016 - 100	280
H ₂ S (mg/Nm ³ CH ₄)	1.750	25.000 - 175.000	10.000



Innovaciones técnicas propuestas por el Departamento Técnico de CESPA:

Optimización del tratamiento biológico para H₂S y desarrollo de un proceso de eliminación biológica de siloxanos

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

ASPECTOS A TENER EN CUENTA A LA HORA DE APROVECHAR EL BIOGÁS:

- Tecnologías de aprovechamiento energético**
- Calidad del biogás disponible**
- Técnicas de análisis del biogás**

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA BIOGÁS. Análisis

- ❑ Para evaluar la eficiencia de la mejora de los procesos de depuración tenemos que ser capaces de conocer la concentración de H_2S y siloxanos del biogás.
- ❑ Diferentes metodologías de captura y análisis de siloxanos presentan una gran variabilidad en los resultados: problemas con las garantías de los equipos y con el seguimiento de los sistemas de depuración.



Innovaciones técnicas propuestas por el Departamento Técnico de CESPA:
Desarrollo de una metodología fiable para la captación y análisis de siloxanos

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA BIOGÁS. Resumen

- ❑ Demostrar la aplicación de microturbinas para la obtención de electricidad en depósitos controlados con pequeña producción de biogás o bajo contenido en CH_4 .
- ❑ Optimizar los métodos biológicos para depuración de H_2S y desarrollar un nuevo método de depuración biológica de siloxanos.
- ❑ Desarrollar una metodología fiable para la captura y análisis de siloxanos

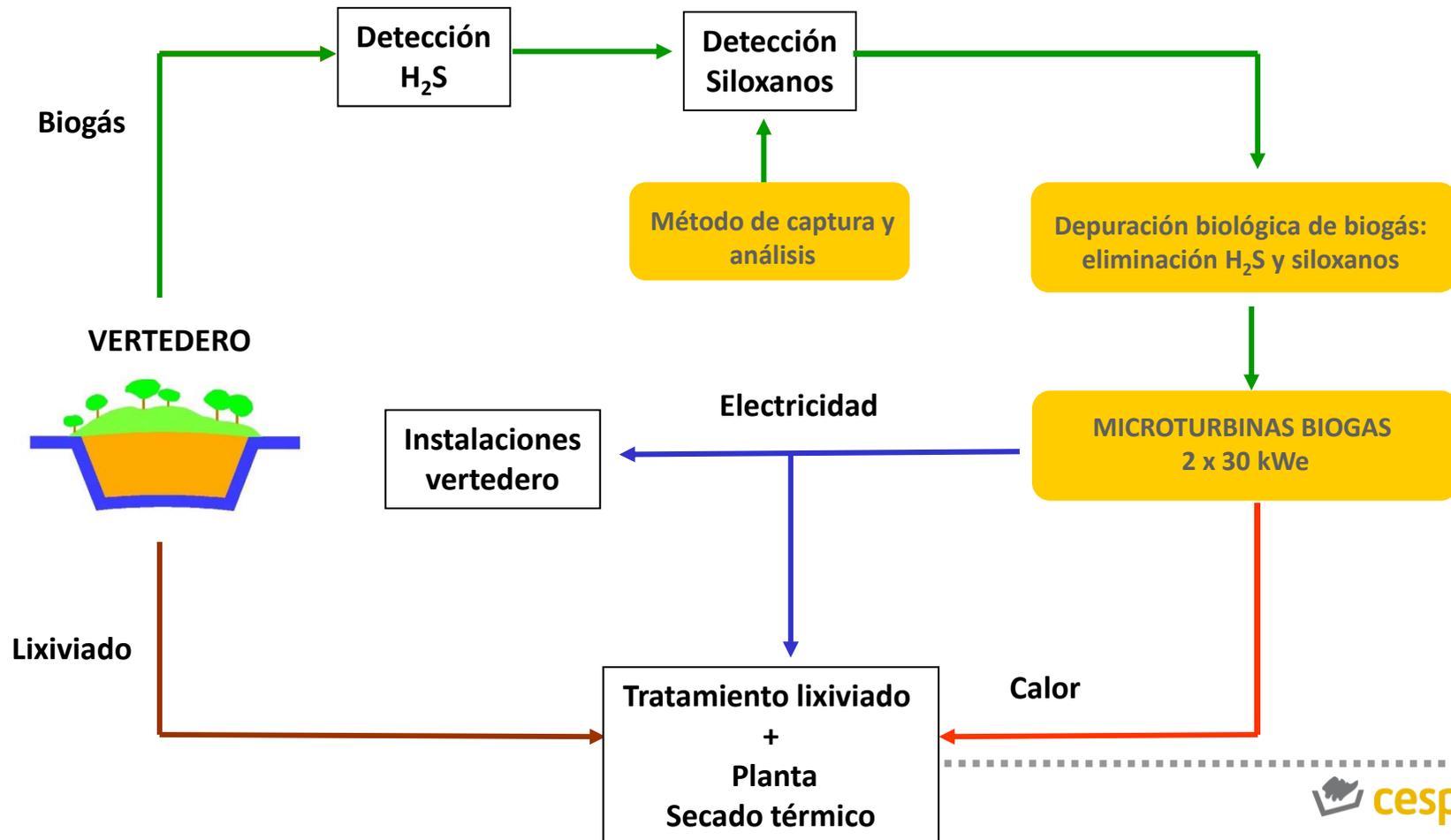


PROYECTO MICROPHILOX

-
- ❑ Introducción
 - ❑ Valorización energética del biogás
 - ❑ Proyecto MICROPHILOX
 - ❑ Conclusiones

MICROPHILOX. Datos principales

Socios: **CESPA, PROFACTOR, IQS, PEINUSA**
Duración: 42 meses
Presupuesto: 1.303.319 €
Contribución financiera LIFE-Medio Ambiente: 581.806 €



MICROPHILOX. Ubicación del proyecto



- ❑ Vertedero gestionado por CESPÀ y propiedad del Consell Comarcal d'Osona.
- ❑ Da servicio a 175.000 personas y recibe 50.000 t_{residuo urbano}/año.

Situación en 2005:

- ❑ Q= 80 m³/h, 40% CH₄
- ❑ Biogás quemado en antorcha
- ❑ Consumo eléctrico importante: planta lixiviados

MICROPHILOX. Instalación

- A. Planta de aprovechamiento energético**

- B. Planta de depuración biológica de biogás**

- C. Desarrollo de una metodología para la captura y análisis de siloxanos**

MICROPHILOX. Planta aprovechamiento energético

Parámetros de diseño

Biogás Orís

Límites Capstone

Q 80 m³/h

[CH₄] 40%

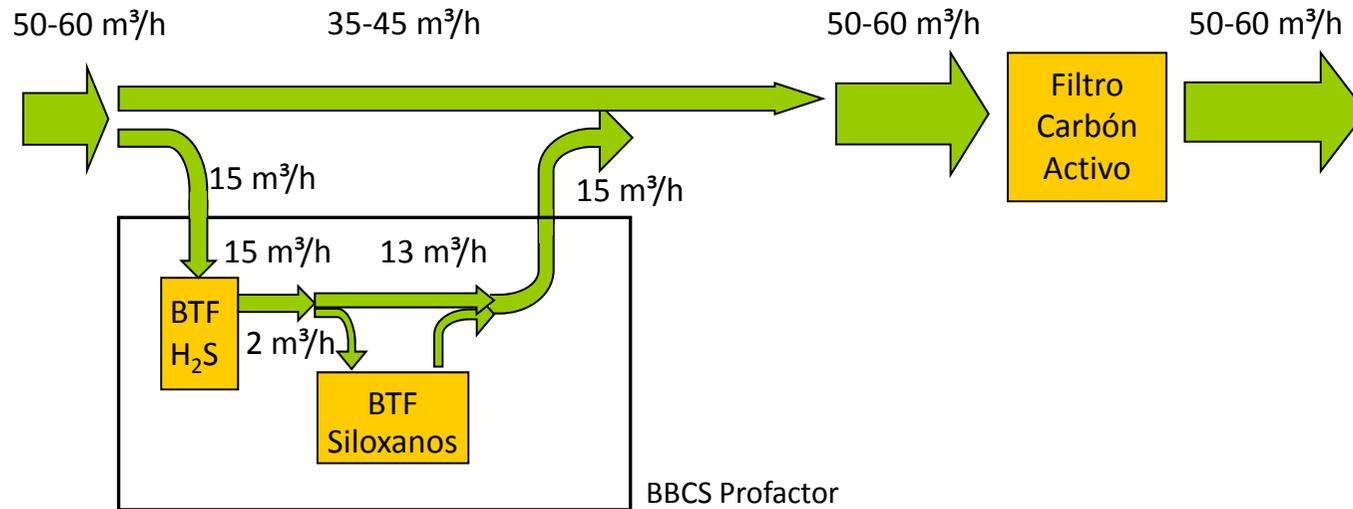
[H₂S] 12,9 ppm < 70.000 ppm

[Siloxanos] 3 ppm > 5 ppb

2x 30 kWe Capstone C30

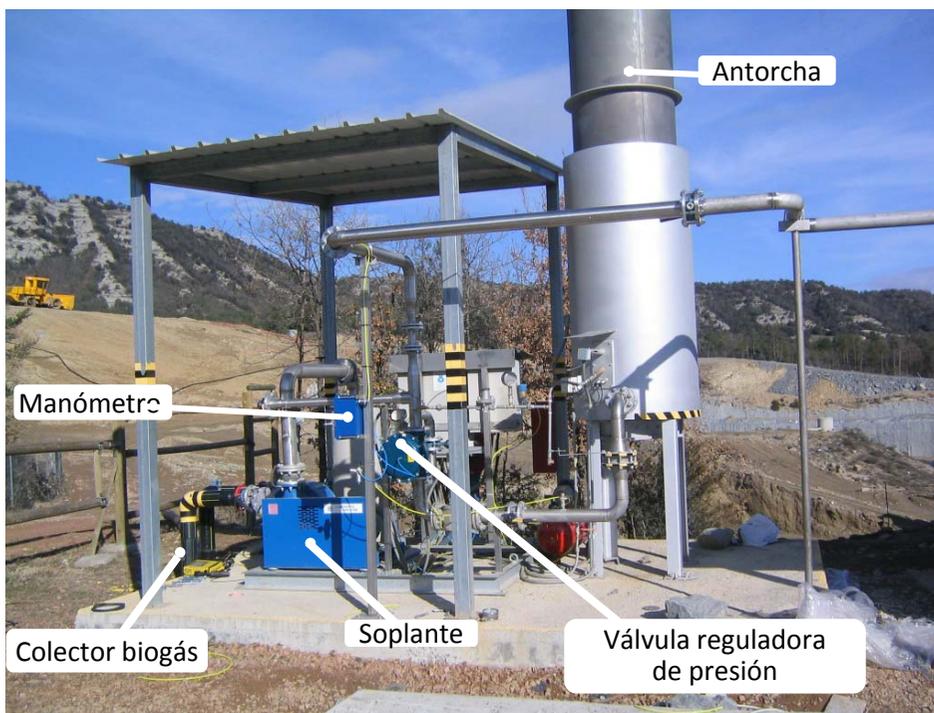
Q = 60 Nm³/h

Filtro Carbón Activo

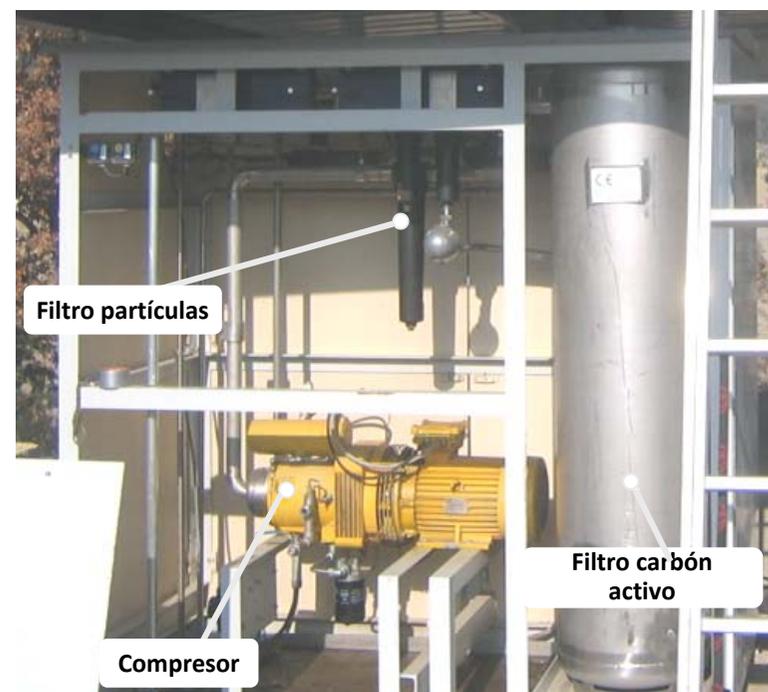


MICROPHILOX. Planta aprovechamiento energético

PLANTA DE DESGASIFICACIÓN

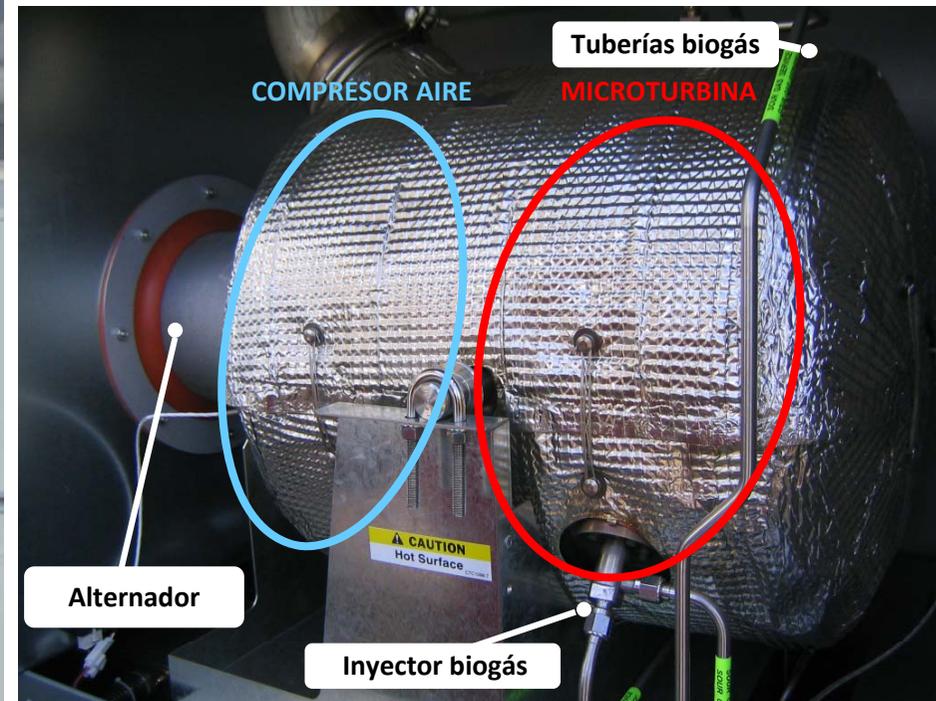


UNIDAD TRATAMIENTO



MICROPHILOX. Planta aprovechamiento energético

MICROTURBINAS



MICROPHILOX. Planta aprovechamiento energético

RECUPERACIÓN CALOR

Aprovechamiento de los gases de escape de la microturbina en el proceso de secado térmico de lixiviados del vertedero.



LIFE 2003
PROYECTO CLONIC



**CIERRE DEL CICLO DE
NITRÓGENO EN EL
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS
MEDIANTE MÉTODOS
BIOLÓGICOS DE ELIMINACIÓN
DE NITRÓGENO A PARTIR DE
NITRATO Y TRATAMIENTO
TÉRMICO**

MICROPHILOX. Seguimiento

PARÁMETROS FUNCIONAMIENTO MICROTURBINAS (2 X 30 kWe)

Disponibilidad Microturbina 1: 90%

Disponibilidad Microturbina 2: 89%

Promedio energía generada: 2 x 26 kW

Mín. CH₄ trabajado: 31%

Costes mantenimiento: 0,029 €/kWh

MOTOR COGENERACIÓN 1 MW

Disponibilidad : 90%

Mín. CH₄ exigido: 40%

Costes mantenimiento: 0,027 €/kWh

MICROPHILOX. Seguimiento

COMPOSICIÓN PROMEDIO GASES ESCAPE MICROTURBINA

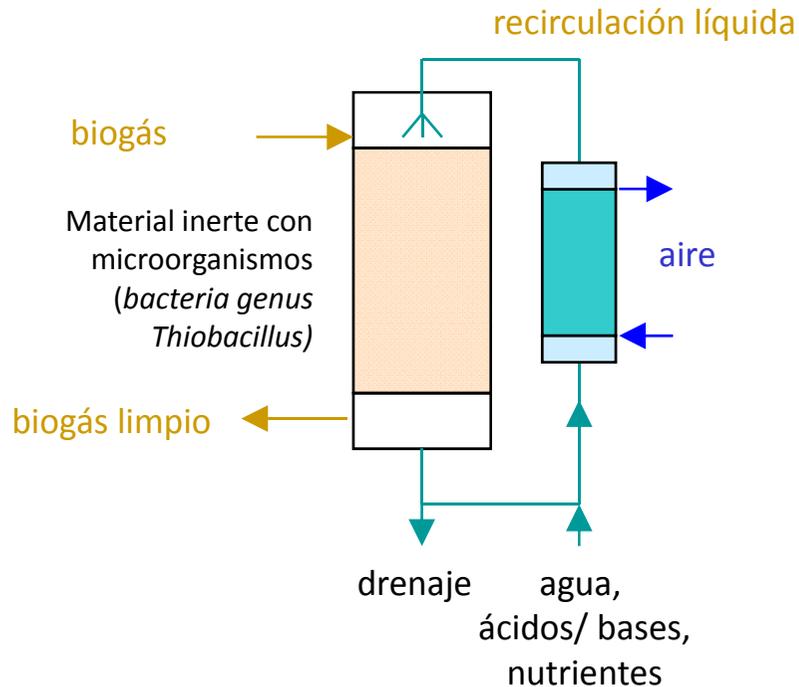
	CO (mg/Nm ³)		NOx (mg/Nm ³)		SO ₂ (mg/Nm ³)	
	5% O ₂	15% O ₂	5% O ₂	15% O ₂	5% O ₂	15% O ₂
Microturbina	561	209	50	19	257	96
Gases escape motor cogeneración	995	371	297	111	8	3
RD 319/1998 (Turbinas, Gas natural, <50 MWe)		100		450		300
RD 319/1998 (Combustible gaseoso, motores tipo Otto, <50MWe)	1.000		1.500		300	

MICROPHILOX. Instalación

- A. Planta de aprovechamiento energético
- B. Planta de depuración biológica de biogás**
- C. Desarrollo de una metodología para la captura y análisis de siloxanos

MICROPHILOX. Depuración biológica

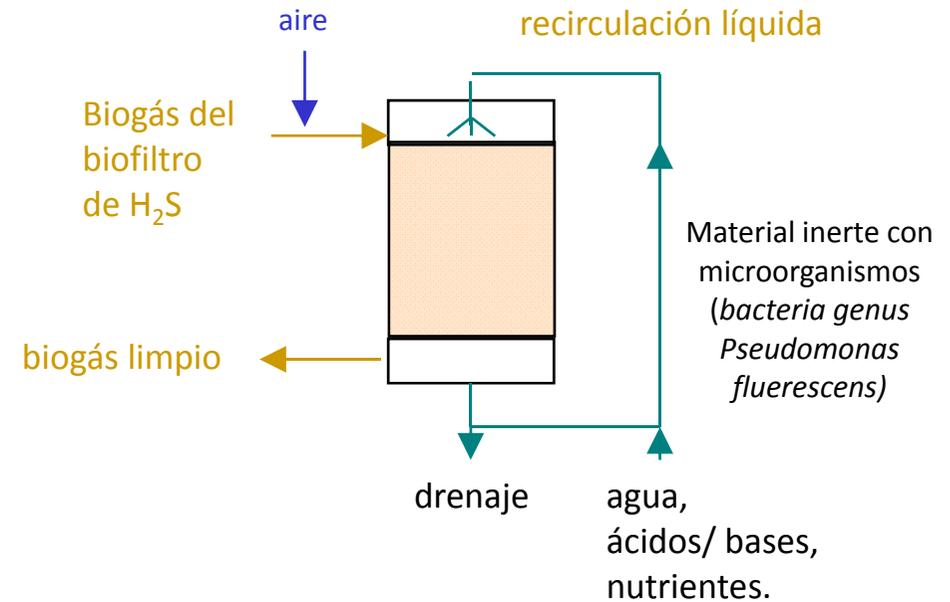
BIOFILTRO PERCOLADOR H₂S Columna Burbujeo



Biofiltro percolador Orís

15 m³/h

BIOFILTRO PERCOLADOR Siloxanos

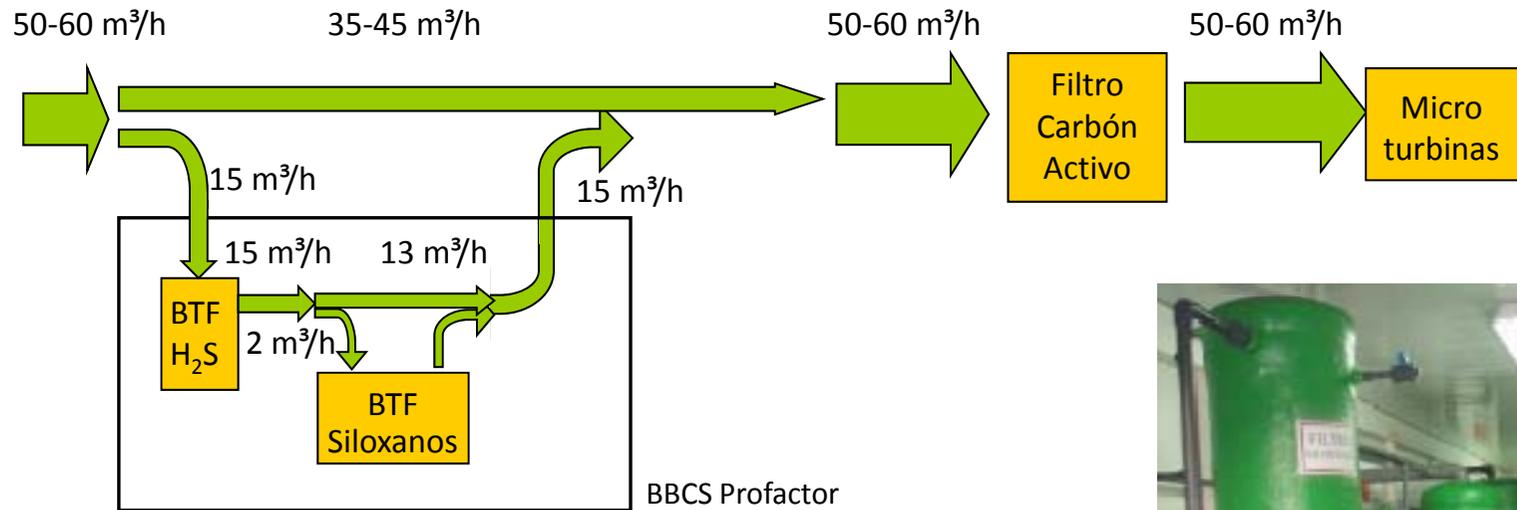


Prototipo Biofiltro percolador
prueba de campo Orís

2 m³/h

MICROPHILOX. Depuración biológica

PROTOTIPO DE BIOFILTRO DE DEPURACIÓN DE BIOGÁS (BBCS) INSTALADO EN ORÍS:



- ❑ Ensayos durante 9 meses.
- ❑ Para un funcionamiento adecuado del sistema de depuración es necesario un flujo estable de biogás
- ❑ Eficiencias de depuración para el biofiltro de H₂S de hasta un 95%
- ❑ Solo se consiguió depuración de siloxanos en las pruebas de laboratorio, no en el biofiltro instalado en el vertedero



MICROPHILOX. Instalación

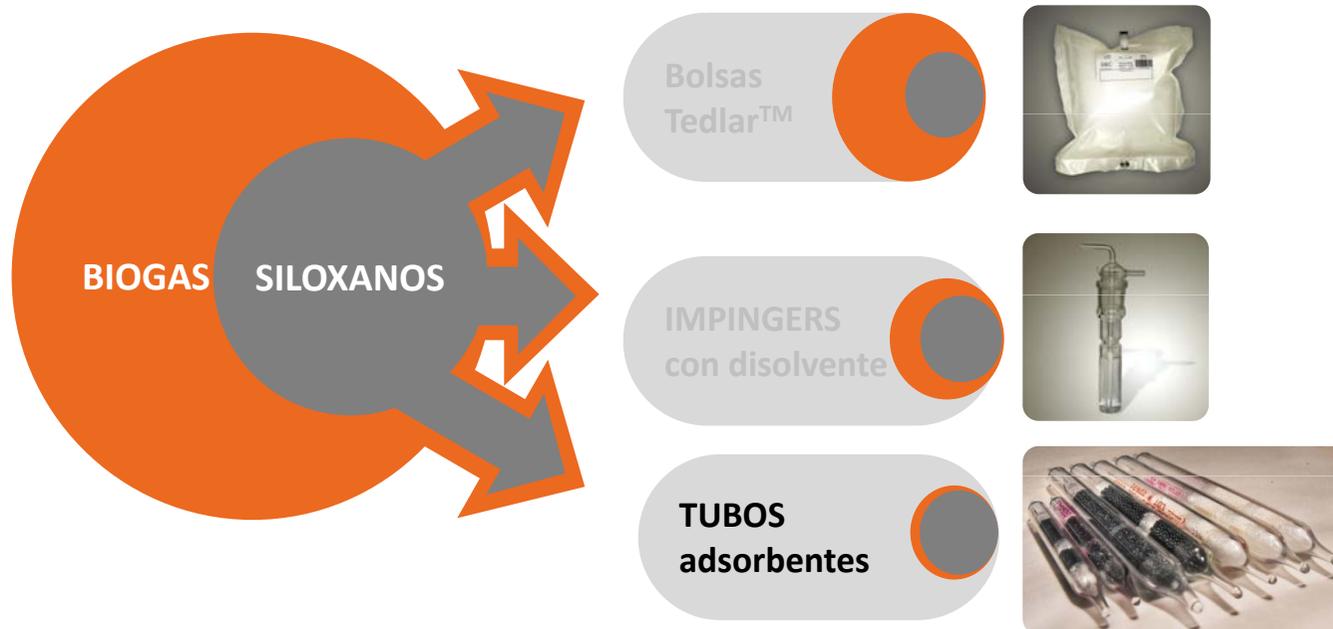
- A. Planta de aprovechamiento energético

- B. Planta de depuración biológica de biogás

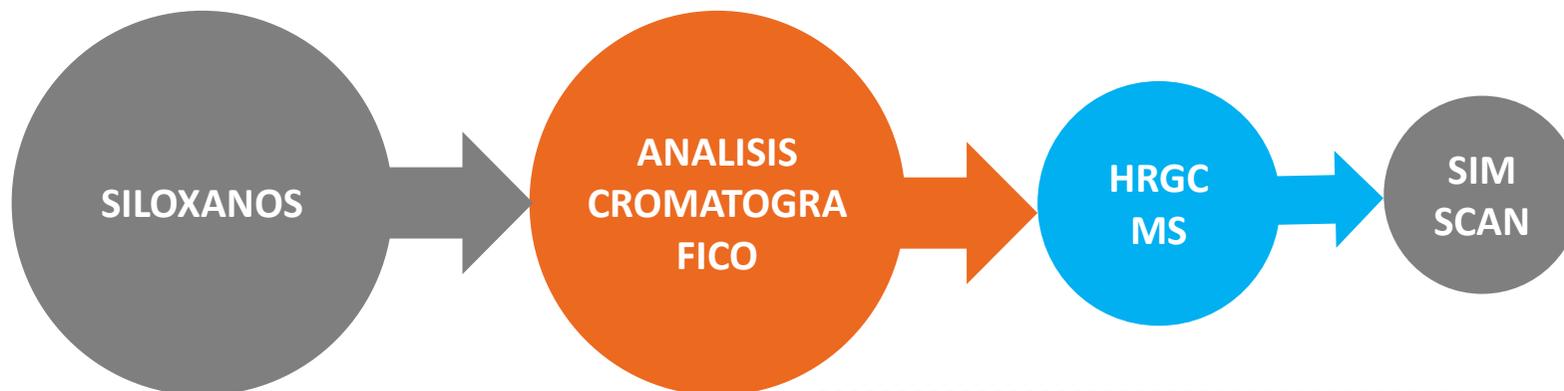
- C. Desarrollo de una metodología para la captura y análisis de siloxanos**

MICROPHILOX. Captura y análisis de siloxanos

MÉTODOS DE CAPTURA DE SILOXANOS EN BIOGÁS:

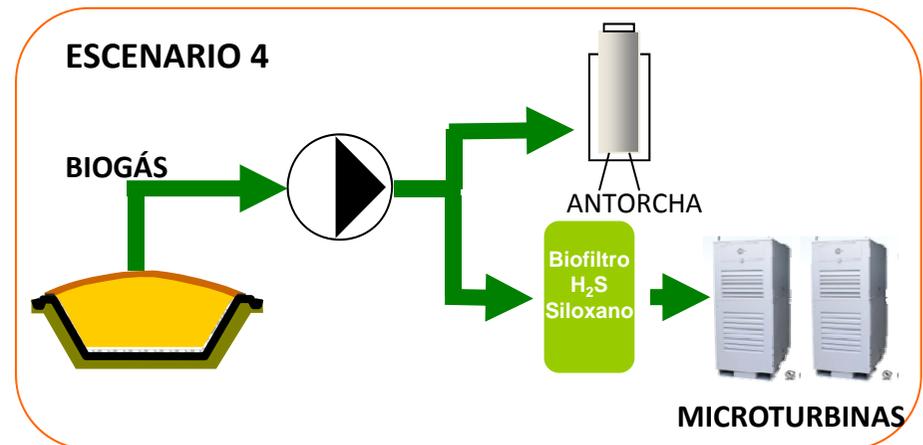
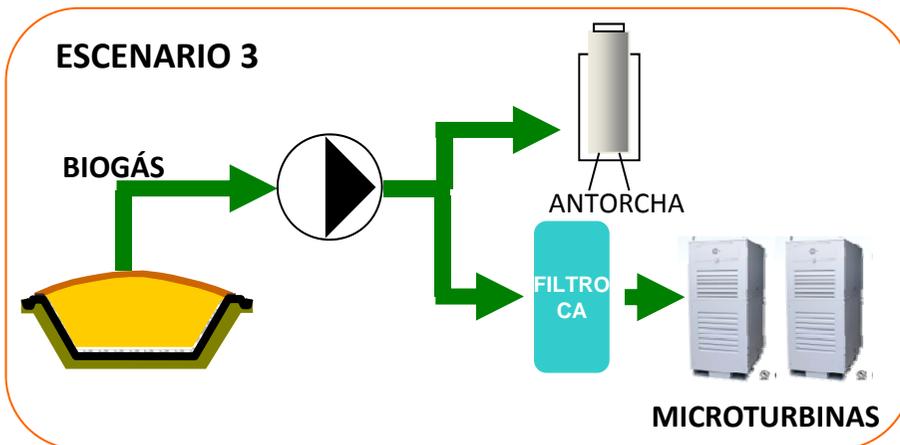
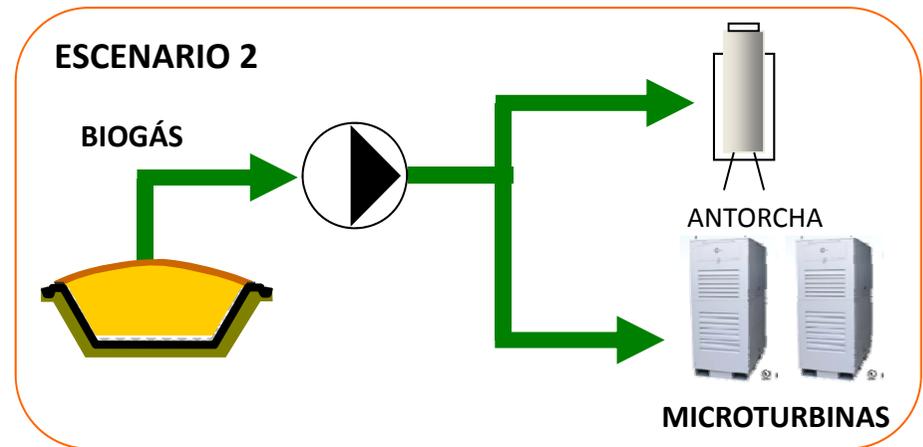
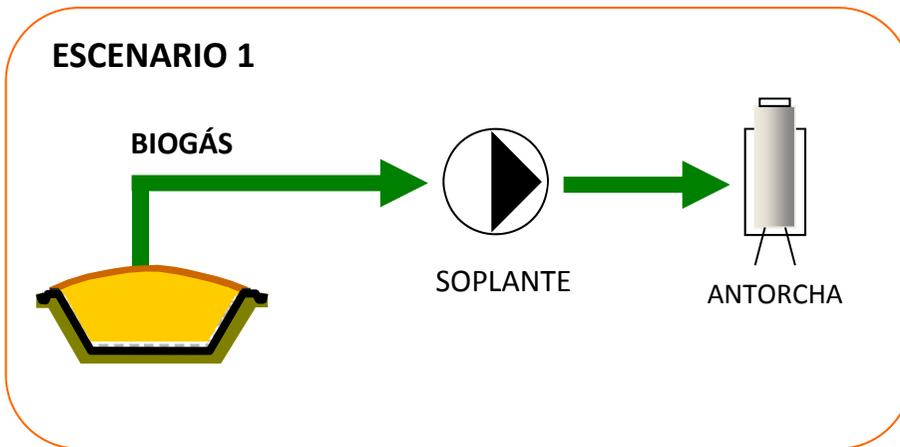


MÉTODOS DE ANÁLISIS DE SILOXANOS EN BIOGÁS:



MICROPHILOX. Estudio económico ambiental

Evaluación técnica, económica y ambiental de la gestión del biogás en el vertedero de Orís para distintos escenarios



MICROPHILOX. Estudio económico ambiental

	ESCENARIO 1 (Antorcha)	ESCENARIO 2 (Sin tratamiento)	ESCENARIO 3 (Filtro CA)	ESCENARIO 4 (Biofiltro)
	Balance (€/año)	Balance (€/año)	Balance (€/año)	Balance (€/año)
Costes económicos	-41.100	-20.225	-12.373	-12.240
Costes ambientales	33.591	33.910	34.067	34.067
	-7.509 €/año	13.685 €/año	21.694 €/año	21.827 €/año
Emisiones evitadas gracias al uso de biogás*	--	105 teqCO₂/año	140 teqCO₂/año	140 teqCO₂/año

*Fuente: Observatorio eléctrico 2008 WWF/Adena

-
- ❑ Introducción
 - ❑ Valorización energética del biogás
 - ❑ Proyecto MICROPHILOX
 - ❑ Conclusiones

CONCLUSIONES

- ❑ Las microturbinas **son técnicamente viables** para la generación de energía con biogás de vertedero.
- ❑ La **depuración del biogás es un punto clave** para el correcto funcionamiento de la microturbina así como para la viabilidad económica de la planta.
- ❑ Las microturbinas son capaces de trabajar con biogás de bajo **contenido en metano (31%)**.
- ❑ Las microturbinas presentan **menores emisiones que los motores de cogeneración**.
- ❑ El **biofiltro de H₂S desarrollado ha logrado eficiencias hasta 95%** optimizando técnica y económicamente la eliminación de H₂S. El biofiltro de siloxanos no ha logrado los resultados esperados y es necesario seguir con su desarrollo.
- ❑ Se ha desarrollado y demostrado la fiabilidad de la metodología para la captura y análisis de siloxanos. El procedimiento desarrollado incluye la **absorción de siloxanos utilizando carbón activo, desorción con hexano y análisis con HRGC-MS (SIM/SCAN)**.
- ❑ En cuanto a los impactos económicos y ambientales, la recuperación de biogás para la generación de energía con depuración previa del biogás, es la mejor opción.

RECONOCIMIENTOS

El proyecto MICROPHILOX ha recibido diversos premios:

- ❑ **IX Premios Garrigues - Medio Ambiente 2006** en la categoría de Innovación, Desarrollo y aplicación de mejores tecnologías organizado por Garrigues Medio Ambiente y Expansión.
- ❑ **Globe Energy Award** para España 2006
- ❑ **Bioenergía Plata 2008**, concedido por la Asociación Técnica para la Gestión de Residuos y Medio Ambiente (ATEGRUS).
- ❑ **BEST of BEST LIFE Environment Awards 2009**

Gracias por vuestra atención

Elísabet González
Técnico I+D CESPA
e.gonzalez@cespa.es