

Tecnologías de tratamiento de COVs y olores

Sílvia Nadal

Sistemas y Tecnologías Ambientales, S.A

Barcelona, 25 Gener 2010

ambiente
tecnología
consultores

at

sta



estudios y
tratamientos



atmosféricos



de COV
y olores

at&sta: C/Còrsega, 112-Local 1; 08029-Barcelona, 93-2530740
C/Preciados, 11-4ºD; 28013-Madrid, 91-5220773
e-mail:sta@sta-at.com // web:www.sta-at.com

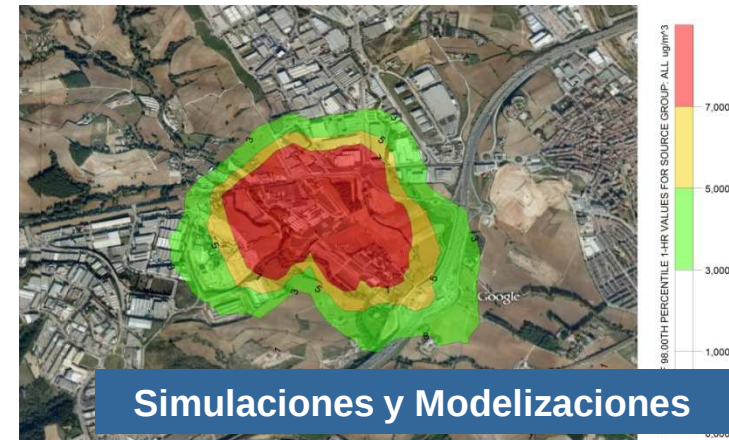
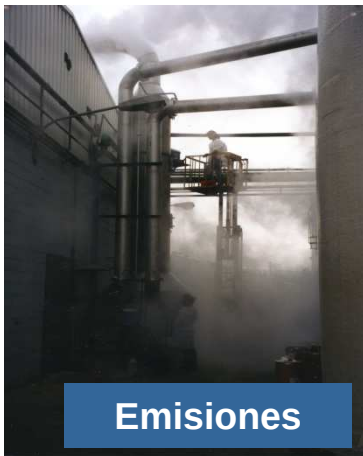
AT Consultores (AT) y Sistemas y Tecnologías Ambientales (STA), son dos empresas sinérgicas y codirigidas, cuyos alcances son técnicamente complementarios. Así, se llevan a cabo las siguientes actividades: por parte de AT, estudios expertos y servicios de asesoría sobre la contaminación de los distintos compartimentos ambientales y de análisis de biogás y, por lo que se refiere a STA, la evaluación de las emisiones atmosféricas de COV y olores y el diseño, fabricación, comercialización e instalación de sistemas para el tratamiento de dichas emisiones y también de biogás.

Capacidad y experiencia

ambiente
tecnología
consultores



Desarrollo de estudios de caracterización de emisiones atmosféricas (focalizadas y/o difusas) de COV y otras sustancias odoríferas



Diseño y realización de sistemas de ventilación, cobertura y confinamiento de elementos y sistemas de pretratamiento



Tratamientos avanzados de emisiones de COV y olores

Bioscrubber



Oxidación térmica



Biotrickling



Tecnologías emergentes



Biofiltración avanzada



I+D+I



- Realización de >100 estudios de emisiones de olor y/o determinación del impacto odorífero de plantas industriales e infraestructuras ambientales.
- Proyectos de ingeniería de sistemas de tratamiento de olor de alta eficacia (en muchos casos en entornos muy vulnerables).
- Proyectos de ingeniería de sistemas de ventilación y confinamiento de elementos de proceso.
- Diseño y suministro de sistemas de tratamiento de alta eficacia: Oxidación Térmica Recuperativa, Oxidación Térmica Regenerativa, Biofiltración Avanzada, Biotrickling,... y de pretratamiento de biogas.
- *Clientes: Química Fina, Química, Petroquímica, Industria Alimentaria, Plantas de Compostaje, Plantas de Biometanización, EDAR, Vertederos de RSU, Administración,...*
- *Capacidad de tratamiento instalada: $\approx 2.000.0000\text{m}^3/\text{h}$*

Capacidad y experiencia



Empresa	Actividad	Caudal (Nm ³ /h)	Equipos instalados
Ecoparc de Barcelona	Tratamiento de residuos	170.000	Filtro Biológico Avanzado
Ecoparc del Besós	Tratamiento de residuos	150.000	Filtro Biológico Avanzado (nueva planta compostaje en trincheras)
Ecoparc del Besós	Tratamiento de residuos	390.000	Filtro Biológico Avanzado (substitución biomedio de los 4 biofiltros existentes)
Metrofang	Tratamiento de residuos	2 x 3.000	4 Vénturis separación partículas+ 2 scrubber doble etapa + 2 RTO (3 Lechos)
Ecoparque 3 (BCN)	Tratamiento de residuos	2 x 50.000	2 RTO (3 Lechos)
TIRME	Planta de biometanización (Sonreus)	166.000	Proyecto completo: ventilación + Biofiltros
TIRME	Planta de compostaje (Sonreus)	127.000	Proyecto completo: ventilación + Filtros Biológicos avanzados
Ecoparque de La Rioja	Planta de biometanización	1440	Desulfuración de biogás mediante bioscrubber

Empresa	Actividad	Caudal (Nm ³ /h)	Equipos instalados
Ecoparc del Maresme (en curso)	Tratamiento de residuos	250.000	Proyecto completo: ventilación + Filtros Biológicos avanzados
Ecoparc del Maresme (en curso)	Tratamiento de residuos	50.000	Proyecto completo: ventilación + 1 RTO (3 lechos)
Diputación General de Aragón	Depuración aguas residuales municipales	1.500	Proyecto completo: confinamiento + ventilación + lavado químico
Planta Química Fina	Resinas (acrilato de etilo)	3.000	Oxidación Térmica Recuperativa
Alhstom	Papelera	35.000	1 RTO (3 Lechos)
Interquim	Química Fina	1.000	Proyecto completo: confinamiento + ventilación + carbón activado

Empresa	Actividad	Caudal (Nm ³ /h)	Equipos instalados
Basf	Química Fina	6.000	1 Sistema oxidación térmica recuperativo
DENSO	Electrónica	20.000	Equipo oxidación térmica regenerativa de 2 lechos
ALSAT	Alimentación	15.000	Cubrimiento EDAR + Carbón activado
Estudios de caracterización de detalle y anteproyectos	ACA, DSM, FMC, Consorcio de Aguas de Bilbao (Edar Galindo), CEPSA (varias plantas), CESPAS, DAMM, NESTLE, NISSAN, COGNIS (varias plantas), Almirall Prodesfarma, Esteve Química (varias plantas), Consorci per a la Defensa del Riu Besós, Boehringer Ingelheim, Laboratorios Uriach, Interquim, LIPSA, PANRICO, Gonvauto, KERN-Pharma, DERBI-PIAGGIO, Carburos Metálicos, Suzuki, Ayuntamientos, Diputaciones, Crown Cork (varias plantas)...		

Tecnologías de tratamiento de COVs y Olores

FÍSICAS

Condensación
Membranas
Enmascaramiento
Dilución
Absorción
Adsorción
Otras (Filtración)

Carbón activado
Carbón modificado
Zeolita
Alúmina
Sílica

QUÍMICAS

Combustión
Precipitación
Plasma no térmico
Oxidación
Fotocatálisis

Hipoclorito
Ozono
 KMnO_4
 H_2O_2
Otras (Fotocatálisis-UV)

BIOLÓGICAS

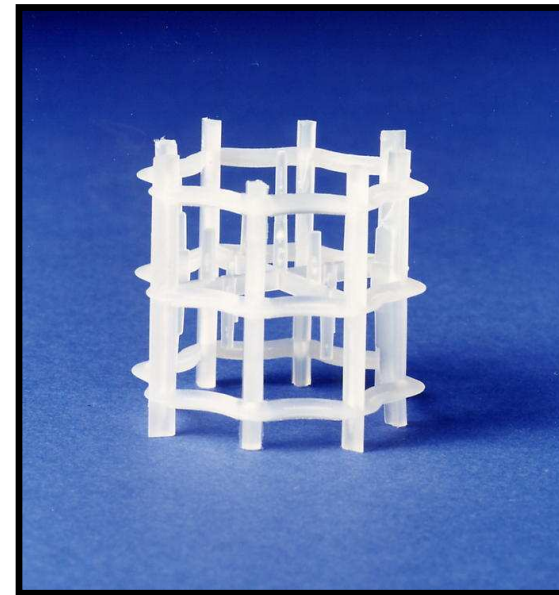
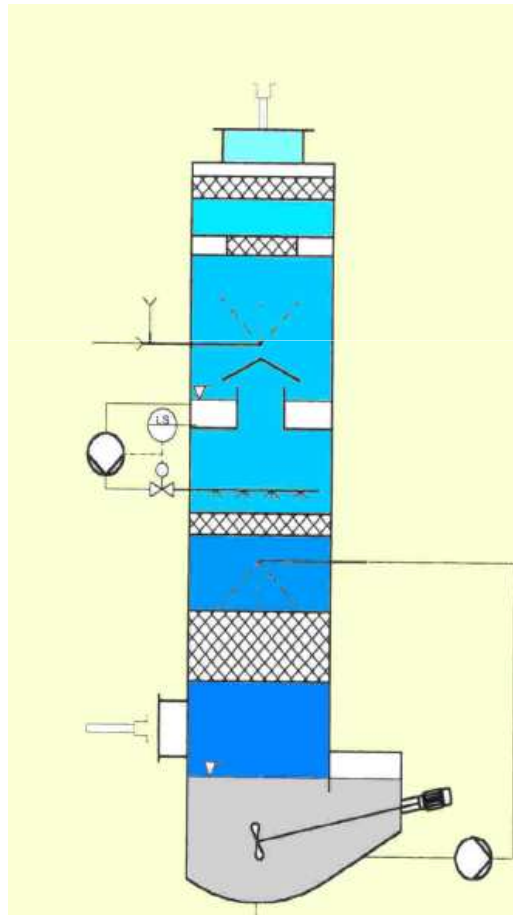
Biofiltración
Biotrickling
Bioscrubber
Otras

Oxidación térmica
Oxidación catalítica
Oxidación directa
Sistema rotativo

**TECNOLOGÍAS NO
DESTRUCTIVAS**

LAVADO QUÍMICO

Esquema de un scrubber contracorriente vertical



Sistemas de absorción o scrubbers (1/5)

Principio funcionamiento

- Los gases se depuran al entrar en contacto con una corriente líquida absorbente que puede ser agua o una disolución acuosa.
- Se aplica para eliminar contaminantes que sean solubles como H_2S , HCl , SO_2 , NH_3 , algunos COV's, partículas,...
- La contaminación se transfiere del medio gaseoso al medio líquido. Se genera un residuo líquido.

Sistemas de absorción o scrubbers (2/5)

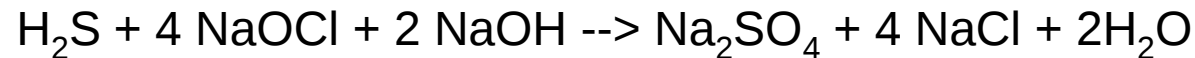
Características técnicas

- Para mejorar la eficiencia:
 - Incrementar la superficie de contacto: relleno, sprays,...
 - Soluciones absorbentes específicas
- Tipos de columnas:
 - Venturi: generalmente sin relleno para eliminación partículas
 - Con relleno:
 - Flujo contracorriente. Columna vertical
 - Flujo cruzado. Columna horizontal
- Sistemas automatizables
- Presión diferencial aplicada: inferior a 500 Pa

Sistemas de absorción o scrubbers (3/5)

➤ Tipos de lavados oxidativos:

➤ Lavado básico oxidante con sosa e hipoclorito:



➤ Lavados con ClO_2

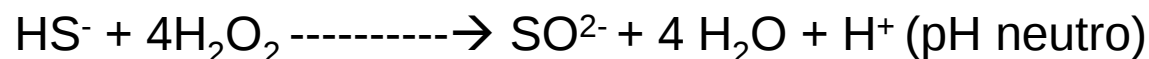
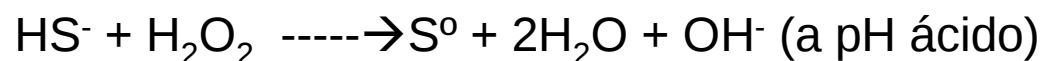
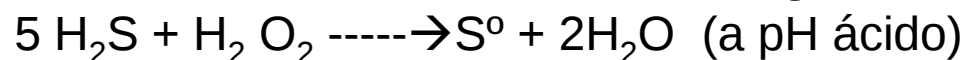


- pH: Entre 5 y 9
- Son necesarios como mínimo 2,7ppm de ClO_2 para oxidar 1ppm de H_2S
- No se forma sulfuro coloidal
 - » Mercaptanos + ClO_2 ---→ Disulfitos
 - » Disulfitos + ClO_2 -----→ Sulfóxidos
 - » Sulfóxidos + ClO_2 -----→ Ácido Sulfónico

Sistemas de absorción o scrubbers (4/5)

➤ Tipos de lavados oxidativos (2ª parte):

➤ Lavados con Peróxido de Hidrógeno



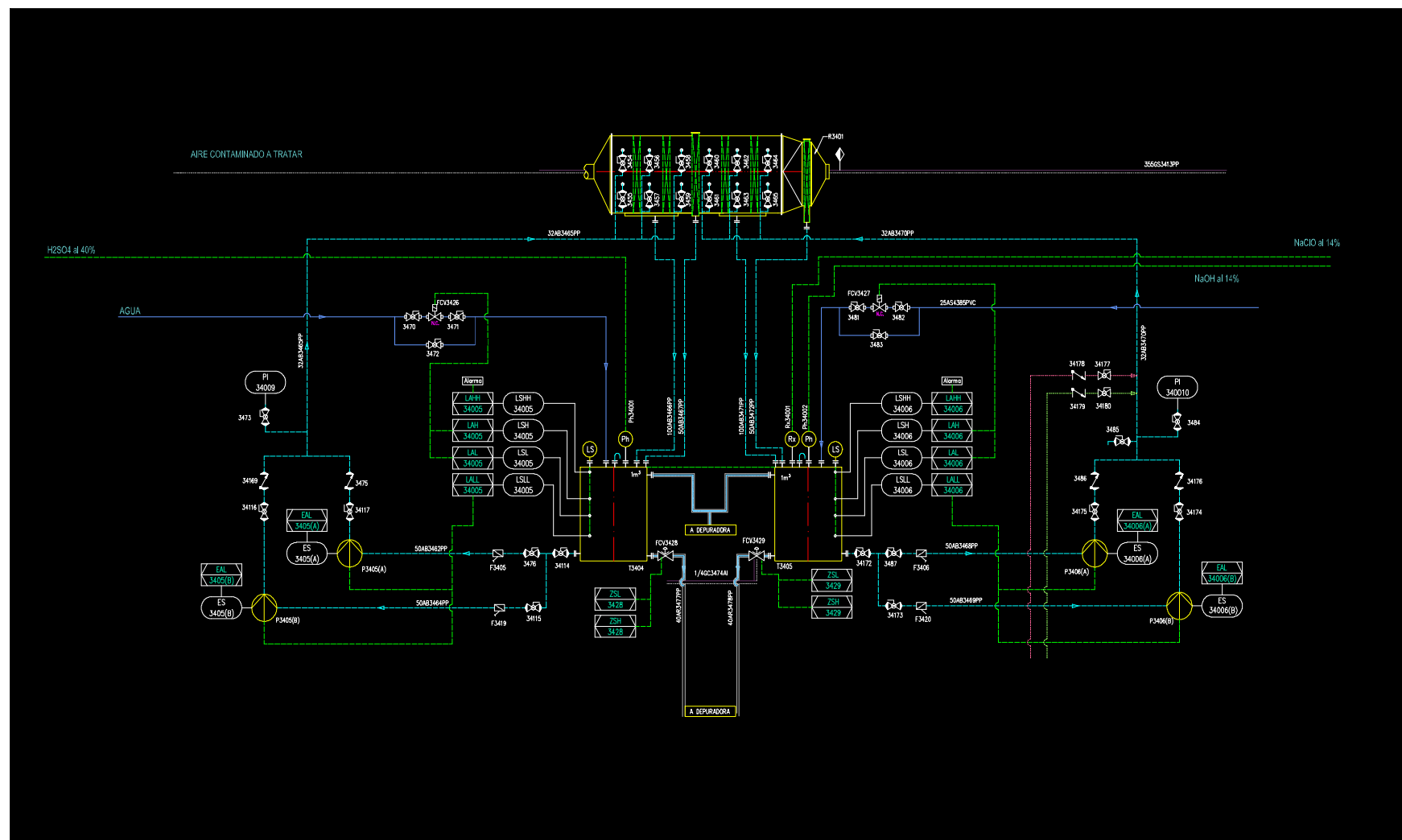
- Se utiliza el H_2O_2 en soluciones acuosas al 50%
- Es un oxidante muy fuerte
- Resulta un reactivo muy fácil de dosificar y controlar
- Los subproductos son agua y oxígeno que no perjudican el medio ambiente
- En medio ácido (en elevadas concentraciones de CO_2 por ejemplo) se consume menos H_2O_2 pero se necesita mayor capacidad de lavado para solubilizar los sulfitos
- En medio básico la eficiencia de depuración puede ser de hasta el 97-99%

Sistemas de absorción o scrubbers (5/5)

- Costes explotación comparativos diferentes tipos de lavado

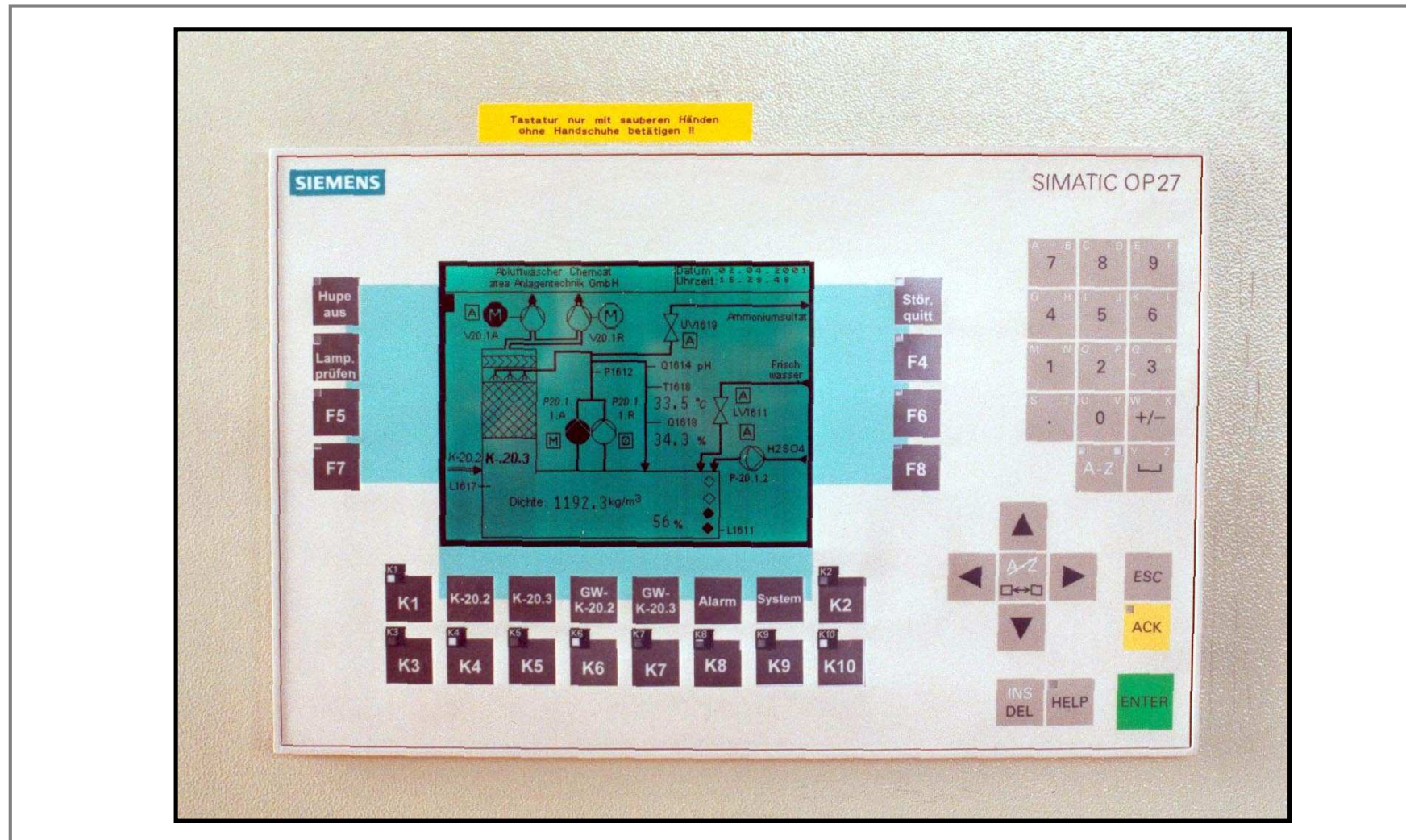
Parámetro	Scrubber NaClO	Scrubber H ₂ O ₂
Caudal de aire (Nm ³ /h)	15.000	15.000
H ₂ S (mg/Nm ³)	70	70
Consumo NaOH al 25% (l/h)	7,4	7,4
Consumo NaClO al 12,5% (l/h)	70	-
Consumo H ₂ O ₂ al 25% (l/h)	-	10,4
Precios unitarios		
Sosa al 25% (€/L)	0,13	0,13
NaClO al 12,5% (€/L)	0,28	0,28
H ₂ O ₂ al 25% (€/L)	0,74	0,74
Coste horario explotación (€/h)	20,5	8,6

sta





Cuadro de mando de un “scrubber”





“Scrubbers verticales. Torres con relleno”





Secado de fangos- Zona Forum de Barcelona

2ª etapa de tratamiento de las emisiones: Lavado químico de doble etapa ácido (H_2SO_4) + básico oxidante ($NaOH+NaClO$) para la reducción H_2S , NH_3 , aminas,..



Depuradora de aguas residuales- Aragón

*Lavado químico oxidante
para la eliminación de H_2S
mediante solución
absorbente de $NaOH+H_2O_2$*

**TECNOLOGIAS NO
DESTRUCTIVAS**

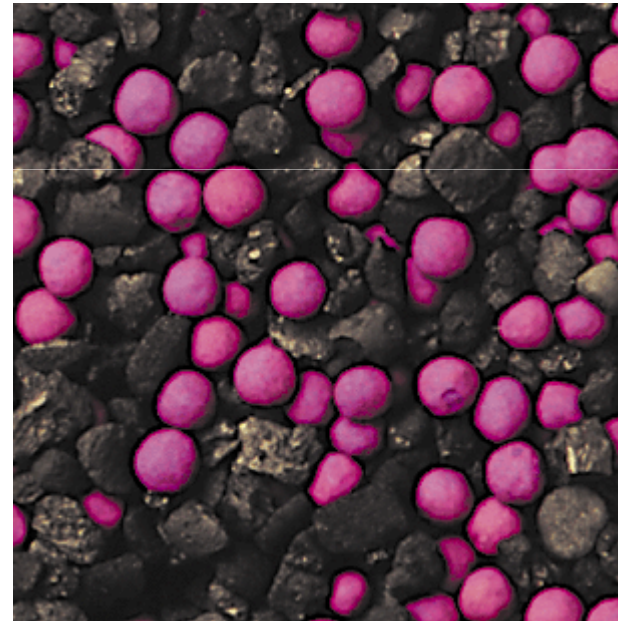
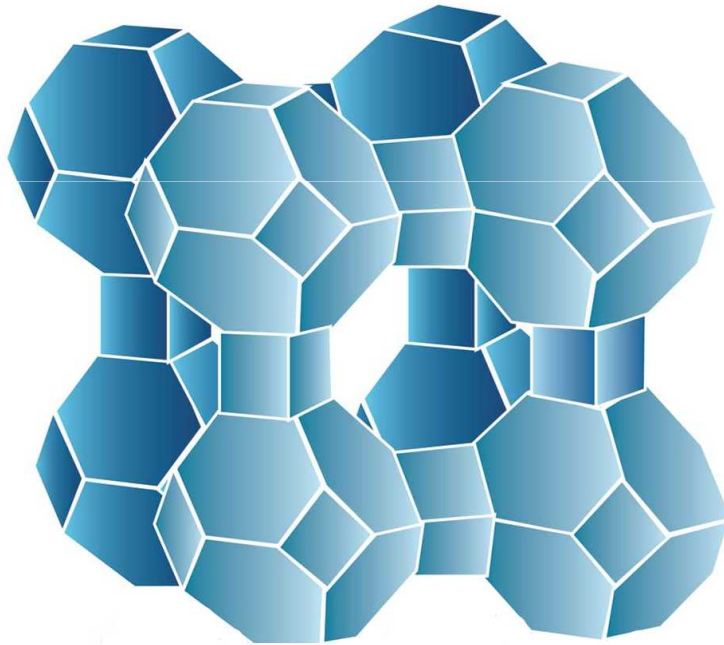
ADSORCIÓN

Sistemas de adsorción

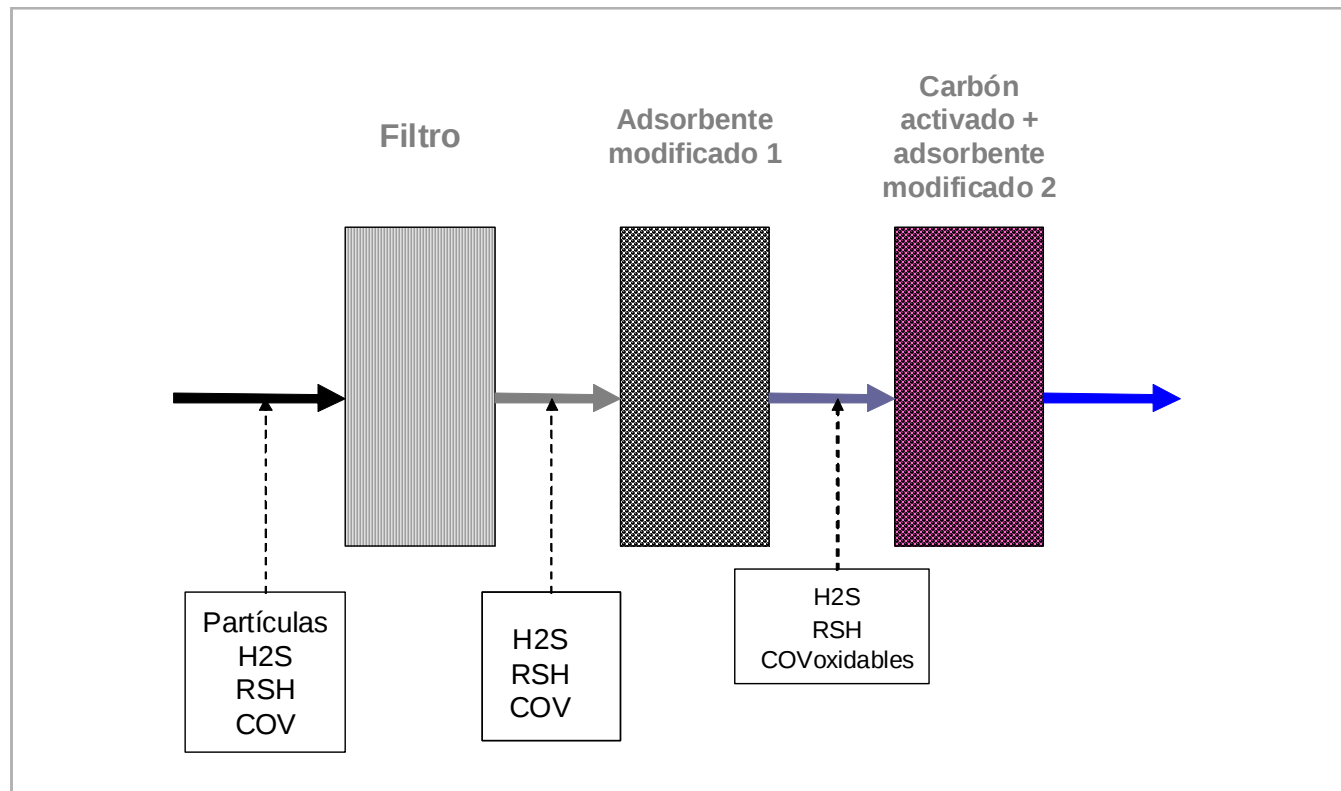
- Los contaminantes presentes en los gases son adsorbidos por un material sólido del tipo carbón o zeolitas
- Se aplica para eliminar contaminantes que sean adsorbibles como los mercaptanos, algunos COVs y el H₂S si se utilizan carbones impregnados con soluciones básicas.
- La contaminación se transfiere del medio gaseoso al medio sólido, y cuando se agota la capacidad de retención el adsorbente debe ser remplazado o **regenerado**.
- Coste reposición de 1 a 4€/kg más coste gestión 1€/kg
- Problemas:
 - Humedad del aire (para el caso de algunos adsorbentes)
 - Presencia de partículas y las elevadas temperaturas
 - Eficacia de la adsorción es limitada y depende del tipo de compuestos a retener.
 - Peligro deflagración en el tratamiento de carbonilos (para el caso del carbón activado adsorbentes)



Adsorción mediante zeolitas



Adsorción mediante adsorbentes derivatizados: Carbón activado y alúmina impregnada con oxidantes fuertes (como permanganato) o con bases fuertes (como el hidróxido potásico)





**OXIDACIÓN
TÉRMICA**

Oxidación Térmica

Principio de funcionamiento

Oxidación de los contaminantes

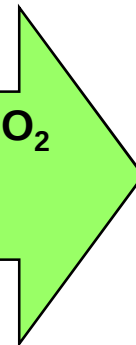


Gases
contaminados

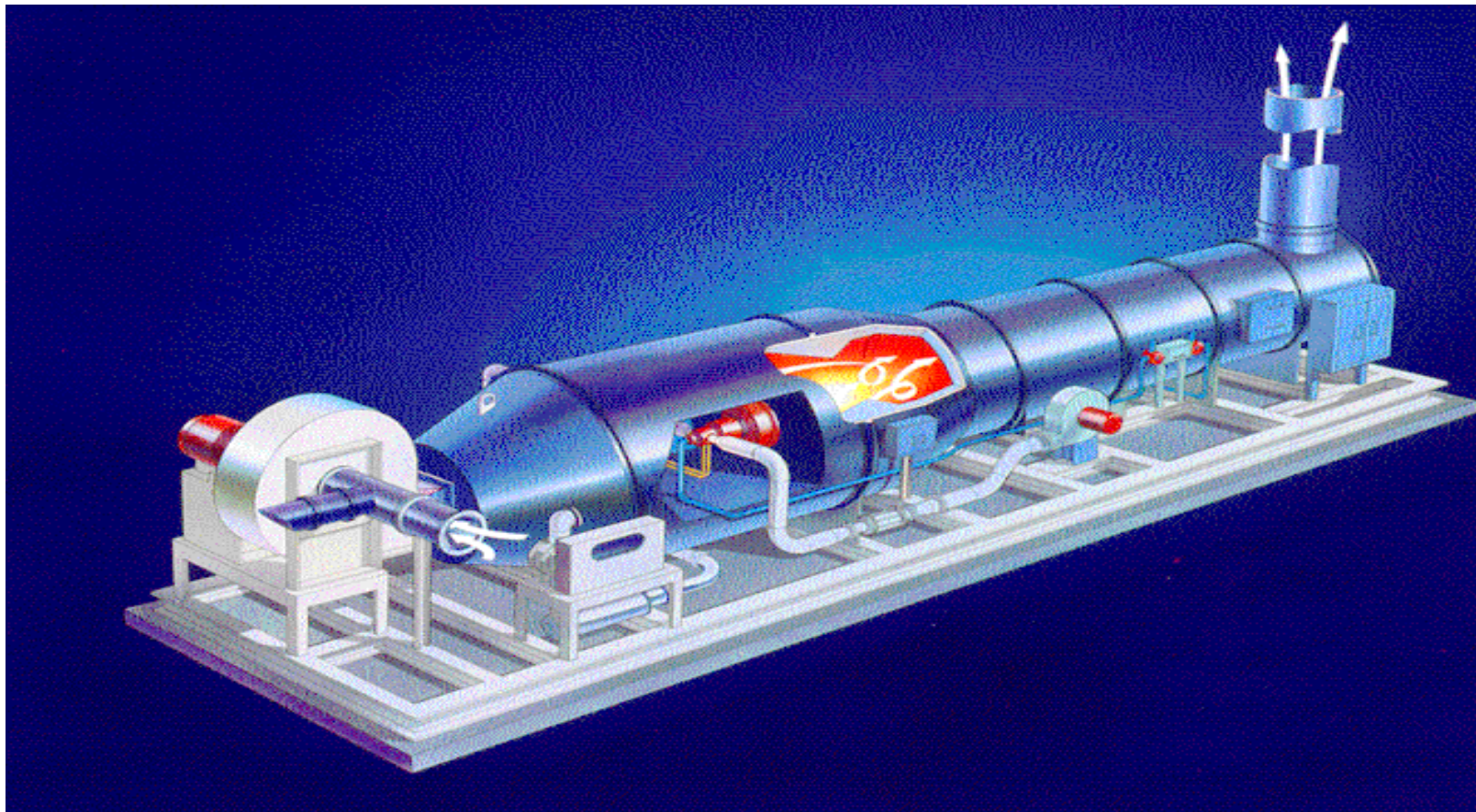
$T^a_{ox} : 700-850\text{ }^{\circ}\text{C}$

Sin o con
recuperación de
calor, $Tr > 1s$

$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}, \text{SO}_2$
 $\text{HCl}, \dots$



Oxidación Térmica Directa



Oxidación Térmica Directa

➤ *Características técnicas*

- ✓ Sin recuperación de calor
- ✓ Para caudales bajos y concentraciones de COVs muy elevadas
- ✓ Eficiencia de eliminación de COV: > 98%

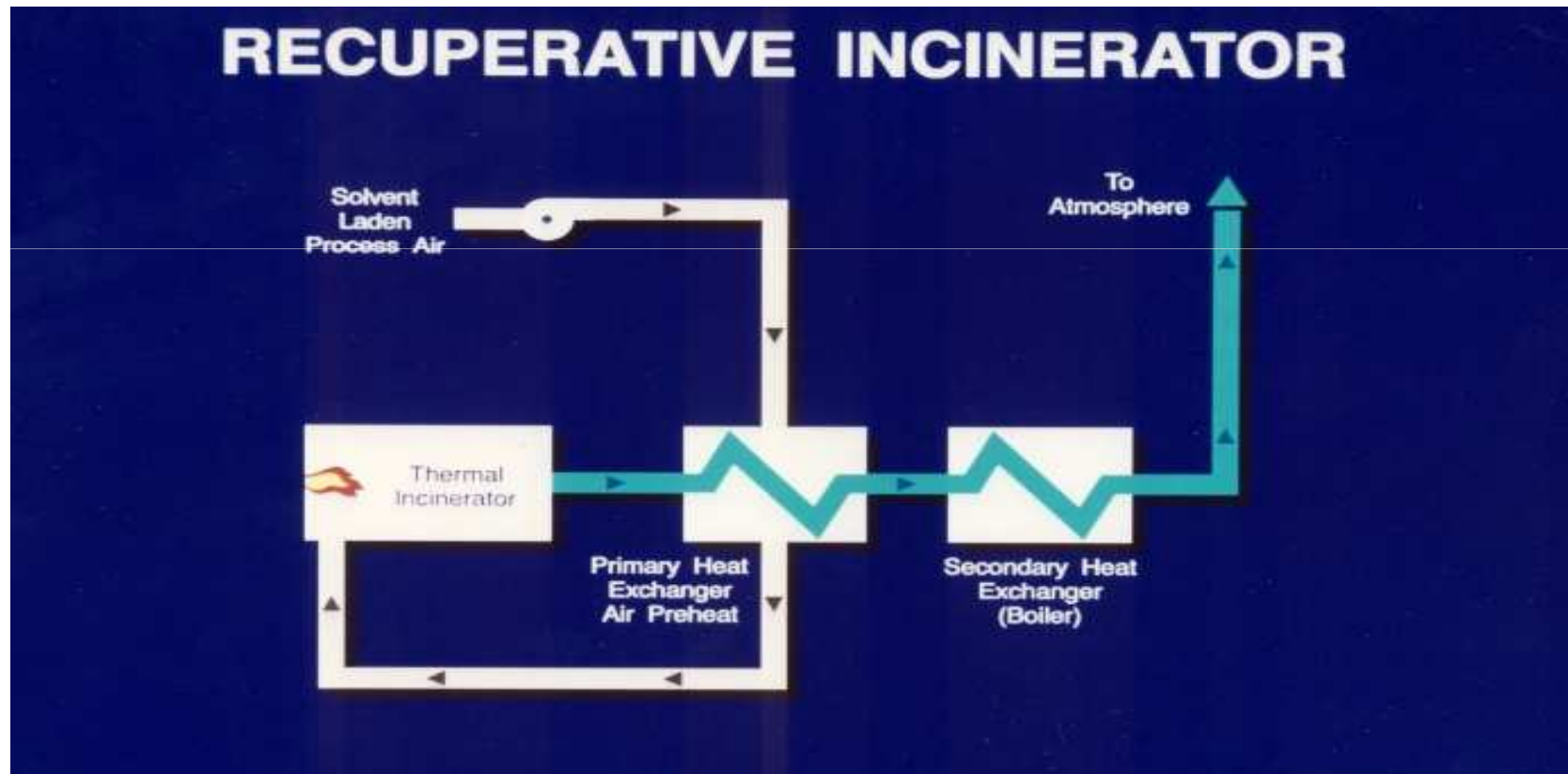
➤ *EJEMPLO*

Caudal = 1.800 Nm³/h @ 10 g/Nm³, Temperatura = 20 °C

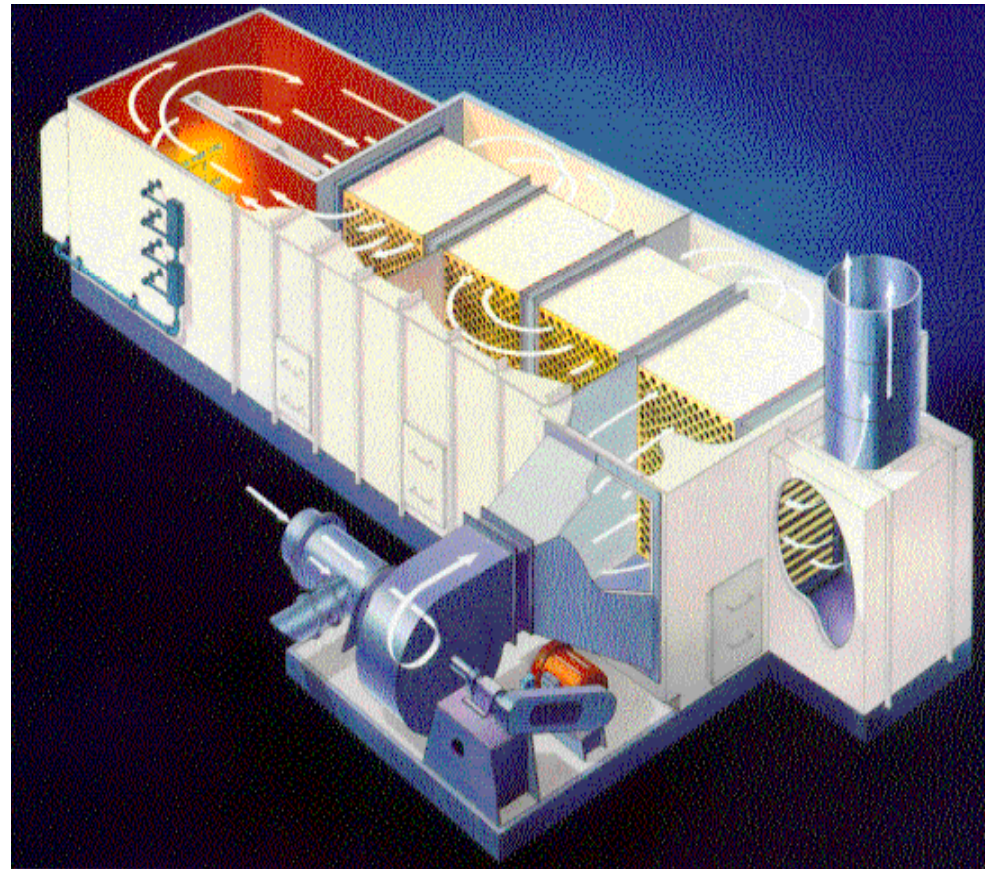
- ✓ Temperatura de oxidación = 850 °C y 1 segundo de permanencia
- ✓ Potencia del ventilador = 3 kW
- ✓ Potencia del quemador = 535 kW
- ✓ Consumo de gas natural @ 10 g/Nm³ = 36 m³/h (360 kW)

**OXIDACIÓN TÉRMICA
RECUPERATIVA**

Oxidación Térmica Recuperativa



Oxidación Térmica Recuperativa



Oxidación Térmica Recuperativa



Sistema oxidación térmica recuperativa para 25.000Nm³/h

**Sistema de Oxidación Térmica con recuperación de calor: Tratamiento emisiones proceso acidificación aceites pescado.
 $Q=3000\text{Nm}^3/\text{h}$. Hospitalet de Llobregat**



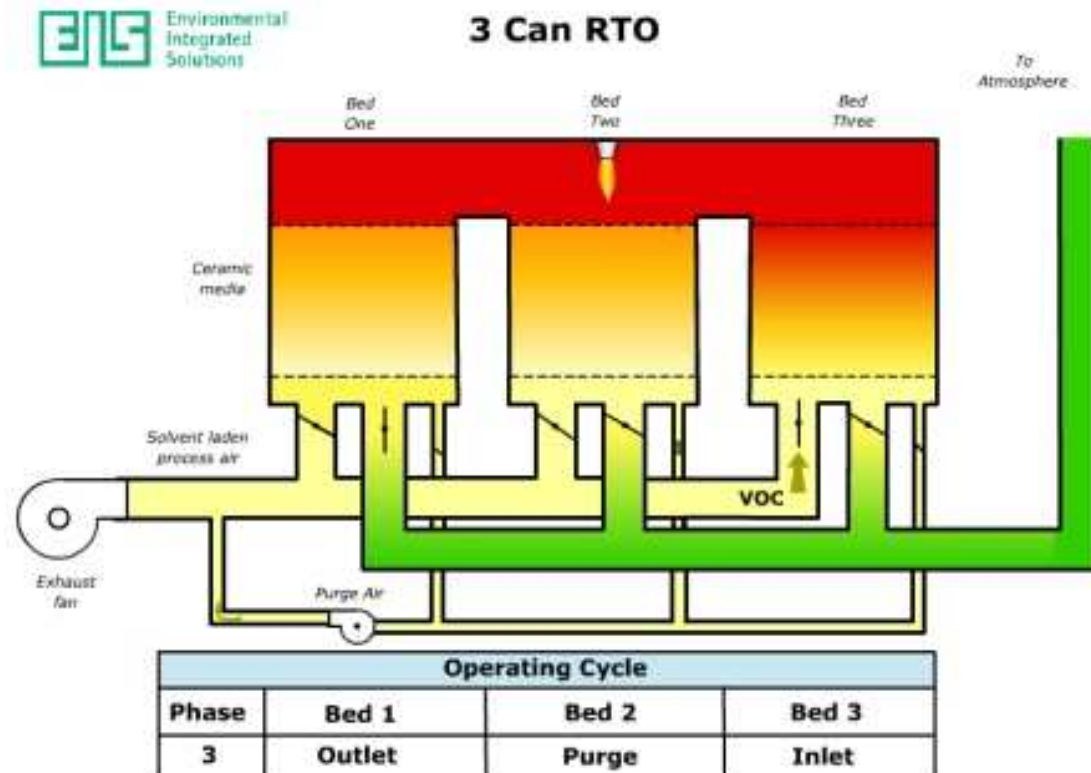
Oxidación Térmica Recuperativa

Características técnicas

- Caudal: 100 – 50.000 Nm³/h
- Concentración: 3 – 20 g-C/Nm³ (inferior al 20 – 25% L.E.L.)
- Temperatura oxidación: 720 – 850 °C
- Eficiencia de eliminación de COV: > 99%
- Recuperación de calor en el intercambiador: 40 – 60 %

**OXIDACIÓN TÉRMICA
REGENERATIVA**

Oxidación Térmica Regenerativa-Interfase

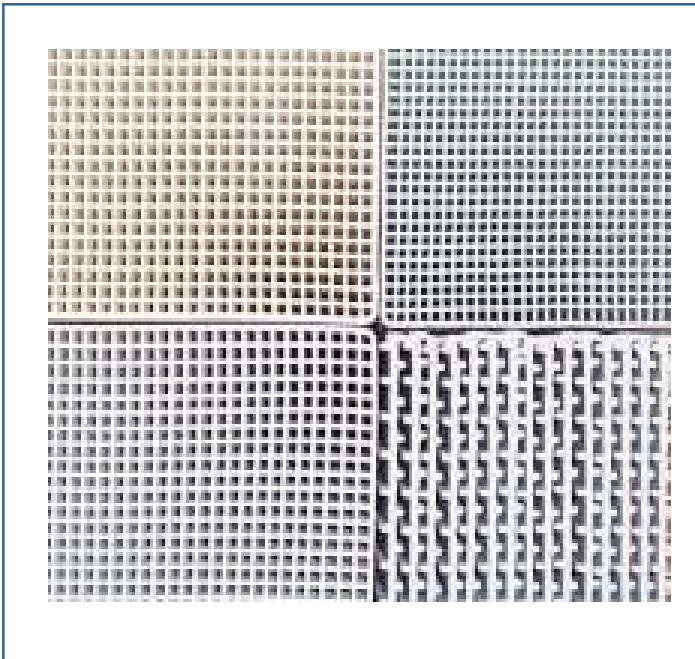


Oxidación Térmica Regenerativa (RTO)

Características técnicas

- Caudal: Hasta 250.000 Nm³/h
- Concentración: 1 – 10 g/Nm³, *con autotermia a partir de 2 – 3 g/Nm³ (en función del % de recuperación de calor)*
- Temperatura oxidación: 720 – 850 °C
- Eficiencia de eliminación de COV: >98% (si 2 lechos), y <99,5% (si 3 lechos) en función del diseño de válvulas, ...
- Intercambiador de calor cerámico
- Recuperación en el intercambiador de calor: Hasta 97%

Tipos de material cerámico



Ordenado: MLM, honeycomb



Saddle

*Caso práctico: Oxidación Térmica en
un Secado Térmico de Fangos en
Barcelona- $Q=2 \times 3500 \text{ Nm}^3/\text{h}$*

sta



Balance energético del sistema de oxidación térmica

Concepto	kW	Nm3/h gas natural
Calor necesario para calentar 5000Nm3/h de aire de 20 a 800°C	1700	170
Calor que aportan los contaminantes (1000mgC/Nm3)	60	6
Calor que debería aportar el quemador en un sistema de oxidación directa (sin recuperación de calor)	1640	164
Calor que debe aportar el quemador del sistema de oxidación térmica regenerativa con un 95% de recuperación de calor	65	6,5

*Caso práctico: Oxidación Térmica en
una planta de tratamiento de RSUs-
Barcelona- $Q=2 \times 50.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$*

sta



*Caso práctico: Oxidación Térmica en
una planta de tratamiento de RSUs-
Barcelona- $Q=2 \times 50.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$*

sta



*Oxidación térmica Regenerativa- Planta Tratamiento
residuos- Atenas (Grecia)*

sta



**Filtración Biológica
Avanzada (FBA)**

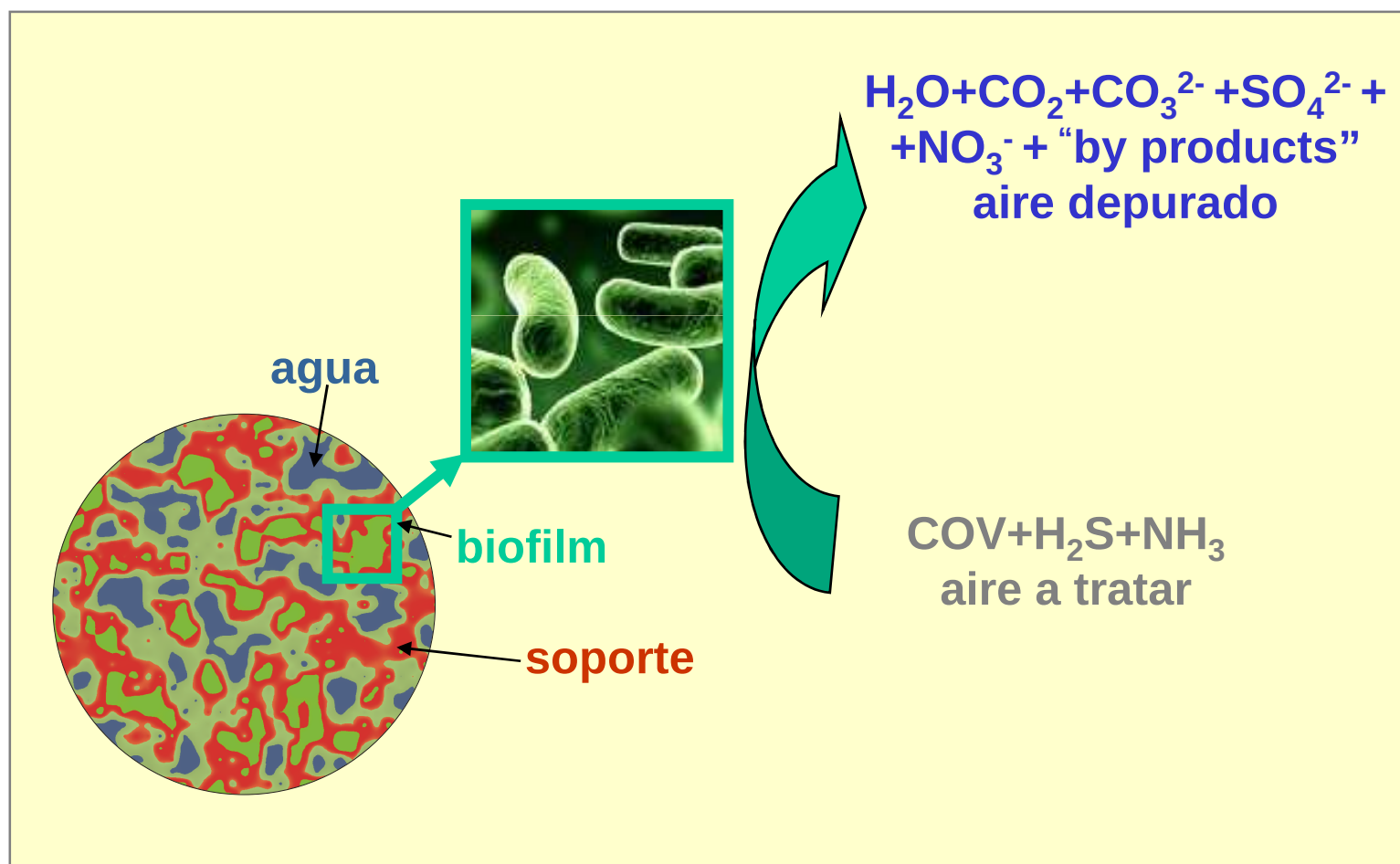
Qué es la biofiltración?

- Un tratamiento **destructivo** mediante **biodegradación** de COV y COs, según el siguiente esquema:

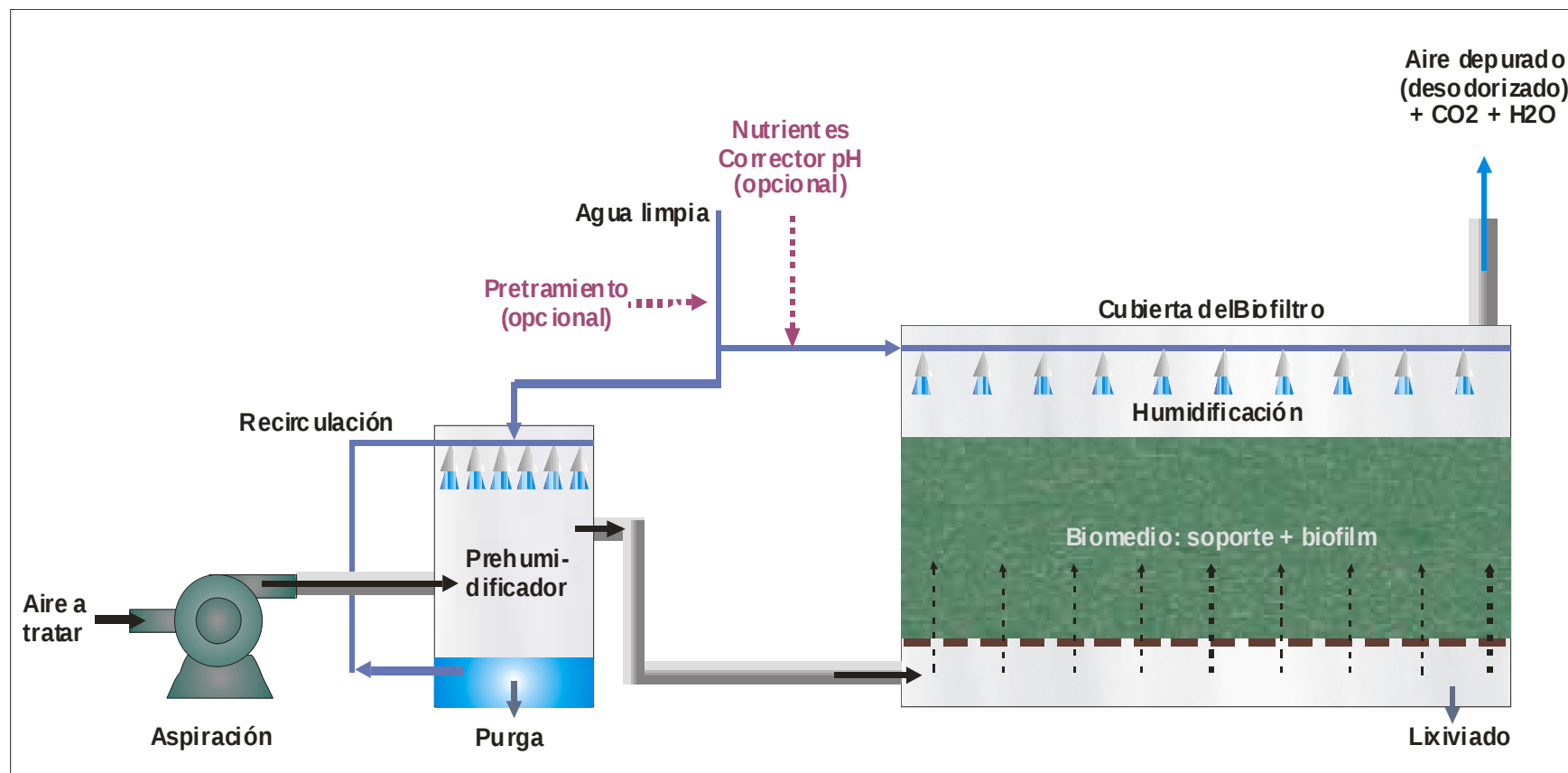


- Sin transferencia de fase de la contaminación
- Se produce sobre un lecho filtrante (**fijo**) con una superficie microbiológicamente activa, liberándose a la atmósfera sólo CO₂, H₂O y, a veces, algunos “by-products”
- Autorregeneración de los microorganismos
- Sin requisitos energéticos específicos, ni producción de residuos significativos.

Biodegradación de compuestos odoríferos



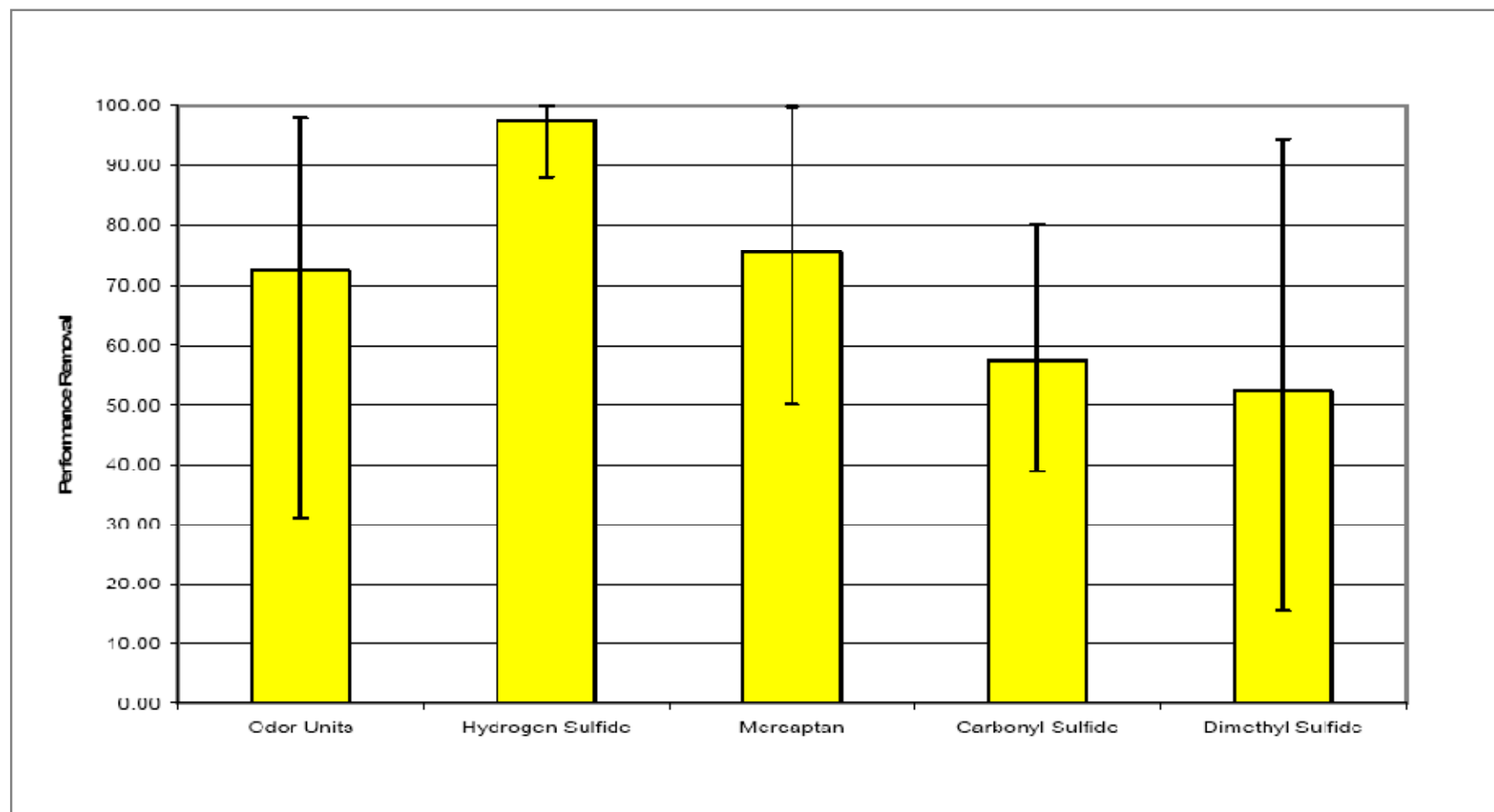
Esquema de un Filtro Biológico Avanzado (cerrado)



Campos de aplicabilidad de la biofiltración

Procesos industriales	ITVAs
Producción y aplicación de pinturas, adhesivos y resinas	Estaciones de bombeo de aguas residuales
Mataderos	EDARs (línea de aguas y/o de fangos)
Tratamiento de carnes y pescados	Plantas de tratamiento de fangos
Industria alimentaria	Plantas de selección de RSUs
Industria de aromas y fragancias	Plantas de compostaje
Industria de la madera	Plantas de tratamiento de estiércol animal (purines,...)
Industria química, petroquímica, farmacéutica y cosmética	Plantas de biometanización
Otras: industria papelera, imprentas, piensos, granjas,...	Plantas de tratamiento de residuos: restos animales,...

Prestaciones/características de los biomedios con soportes orgánicos convencionales

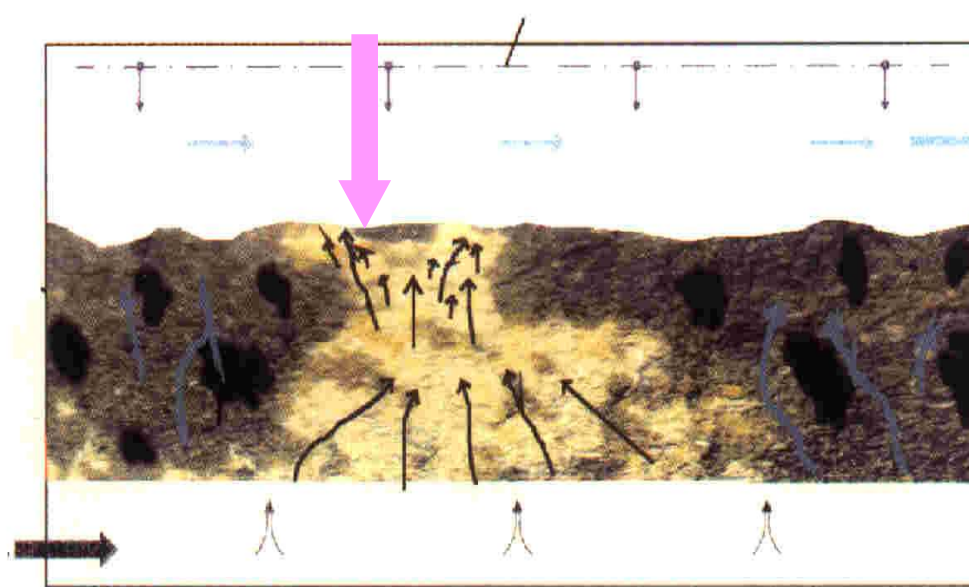


Biomedio avanzado basado en un soporte de tipo inorgánico modificado
versus relleno convencional

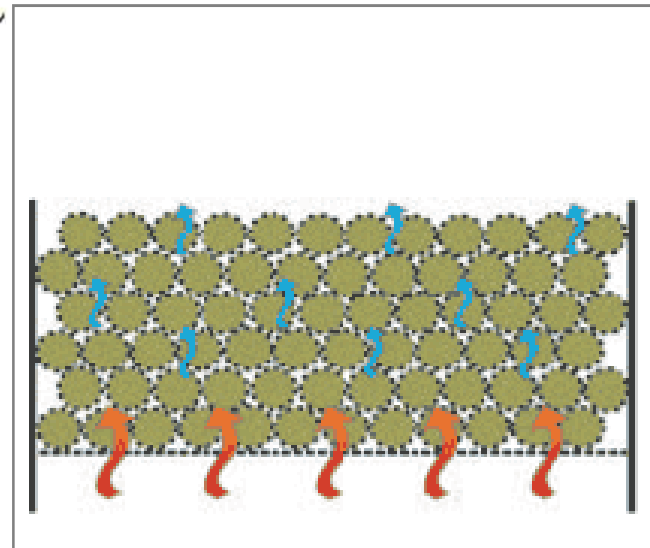


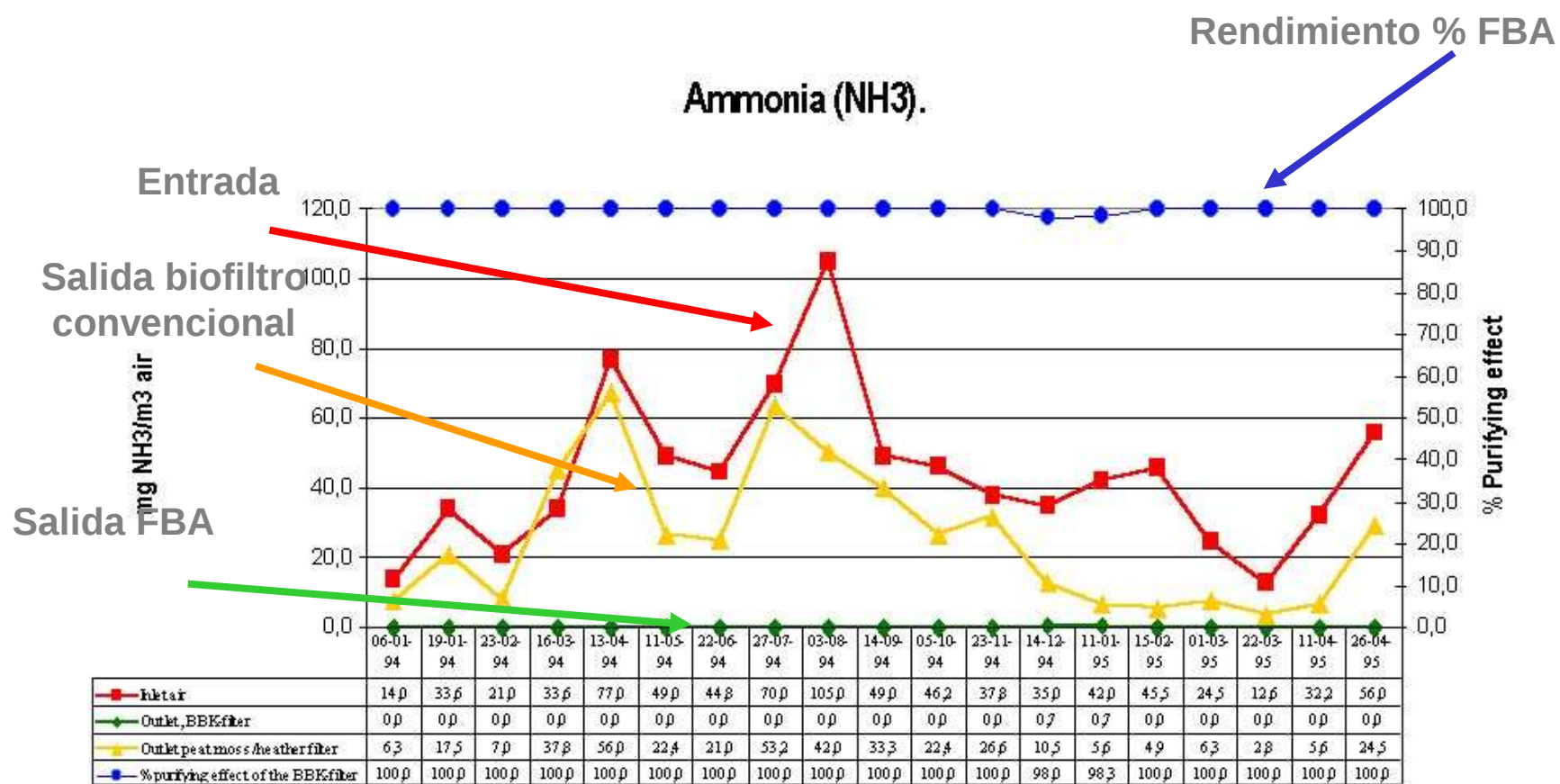
COMPARACIÓN ENTRE LOS TIPOS BIOMEDIOS ORGÁNICOS CONVENCIONALES E INORGÁNICOS DE ALTA EFICACIA

Camino preferencial en un biofiltro convencional

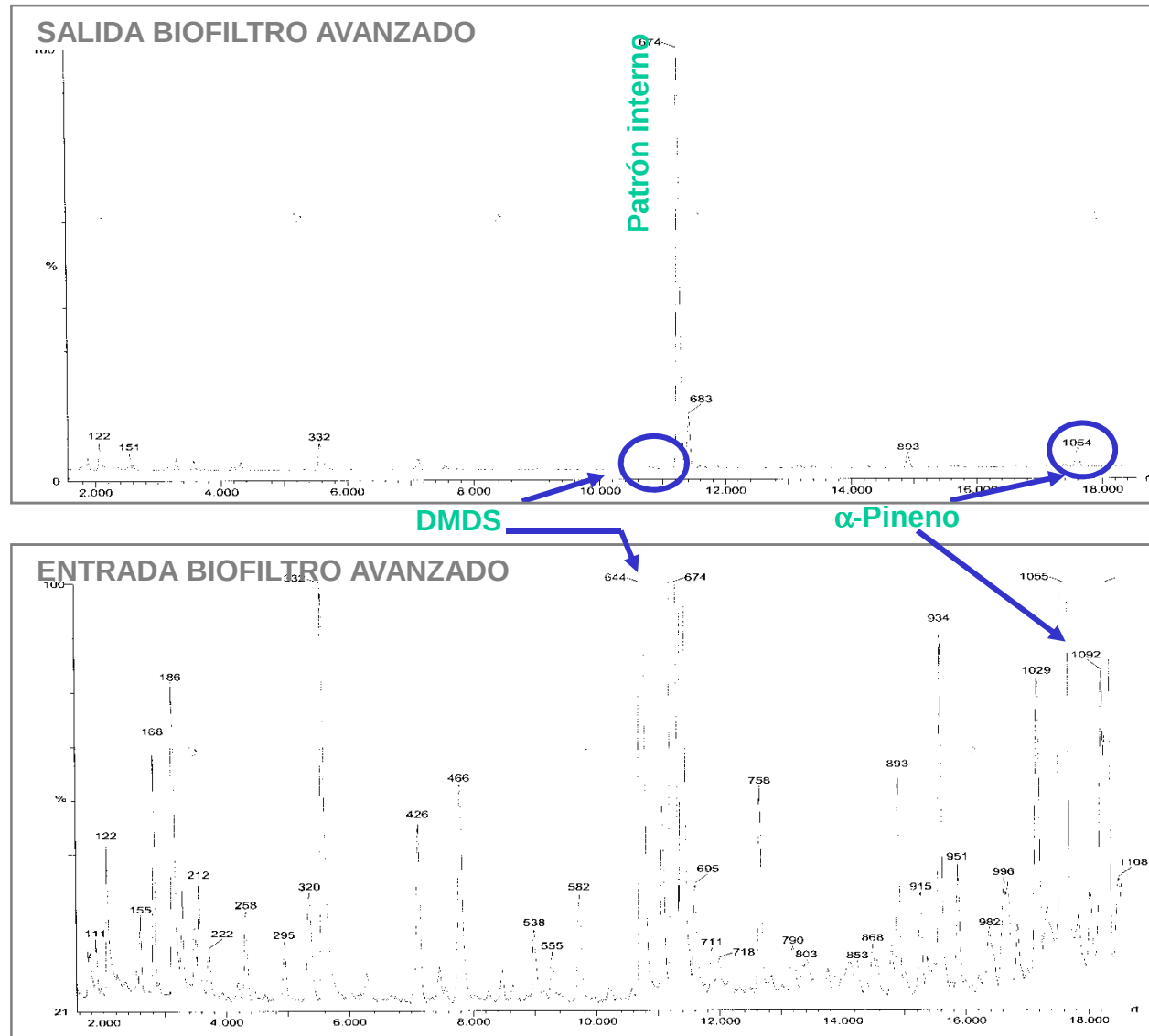


Lecho inorgánico sin caminos preferenciales

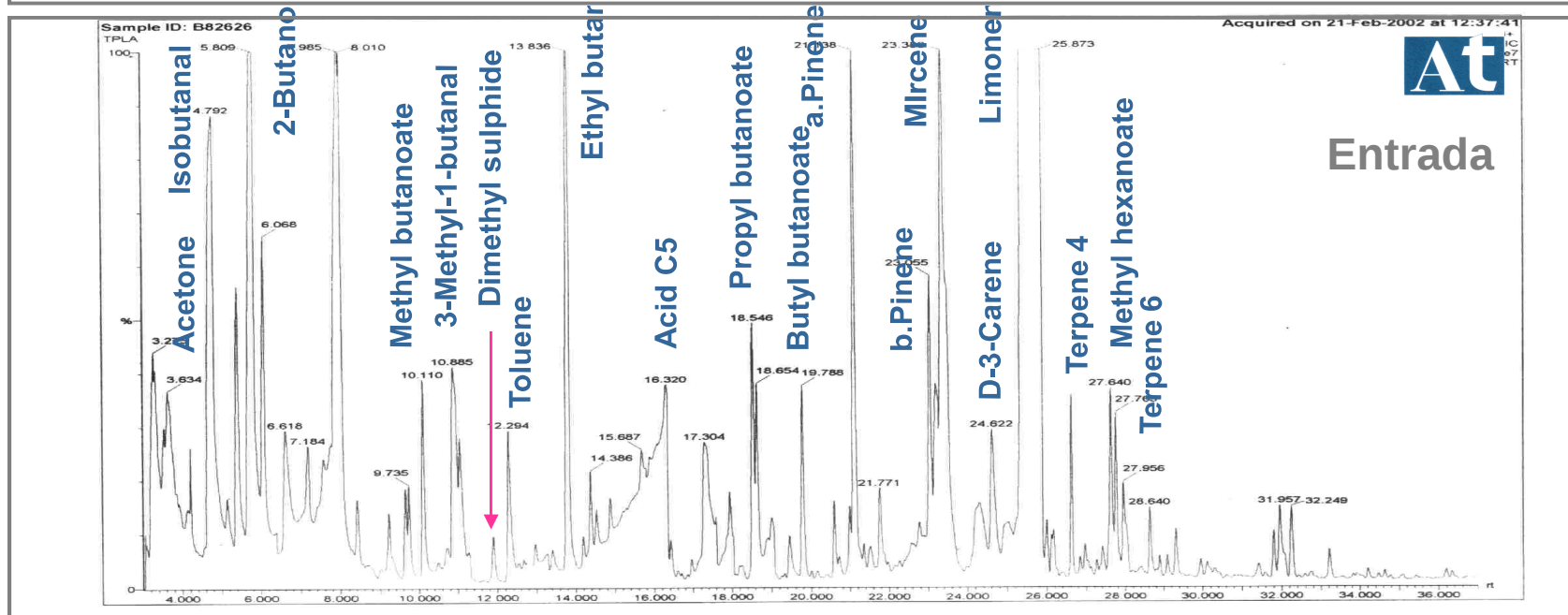
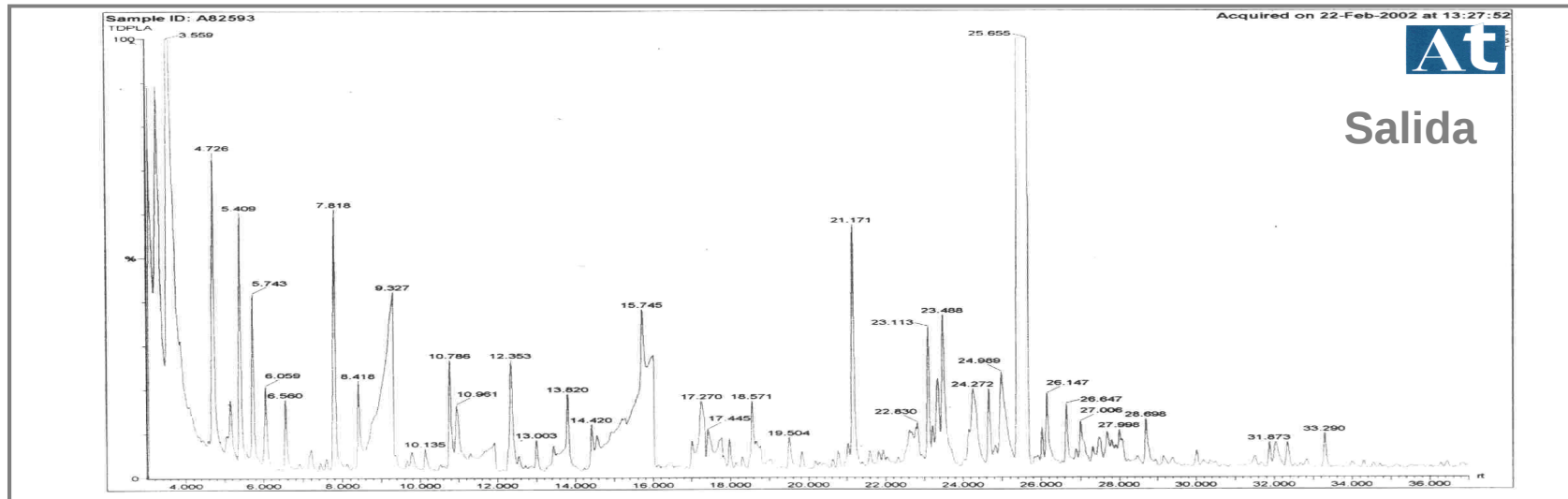


Rendimiento depuración de NH_3 

TIC Cromatogramas muestras de un FBA en una planta de compostaje



Análisis de COV en un biofiltro convencional de una planta de compostaje

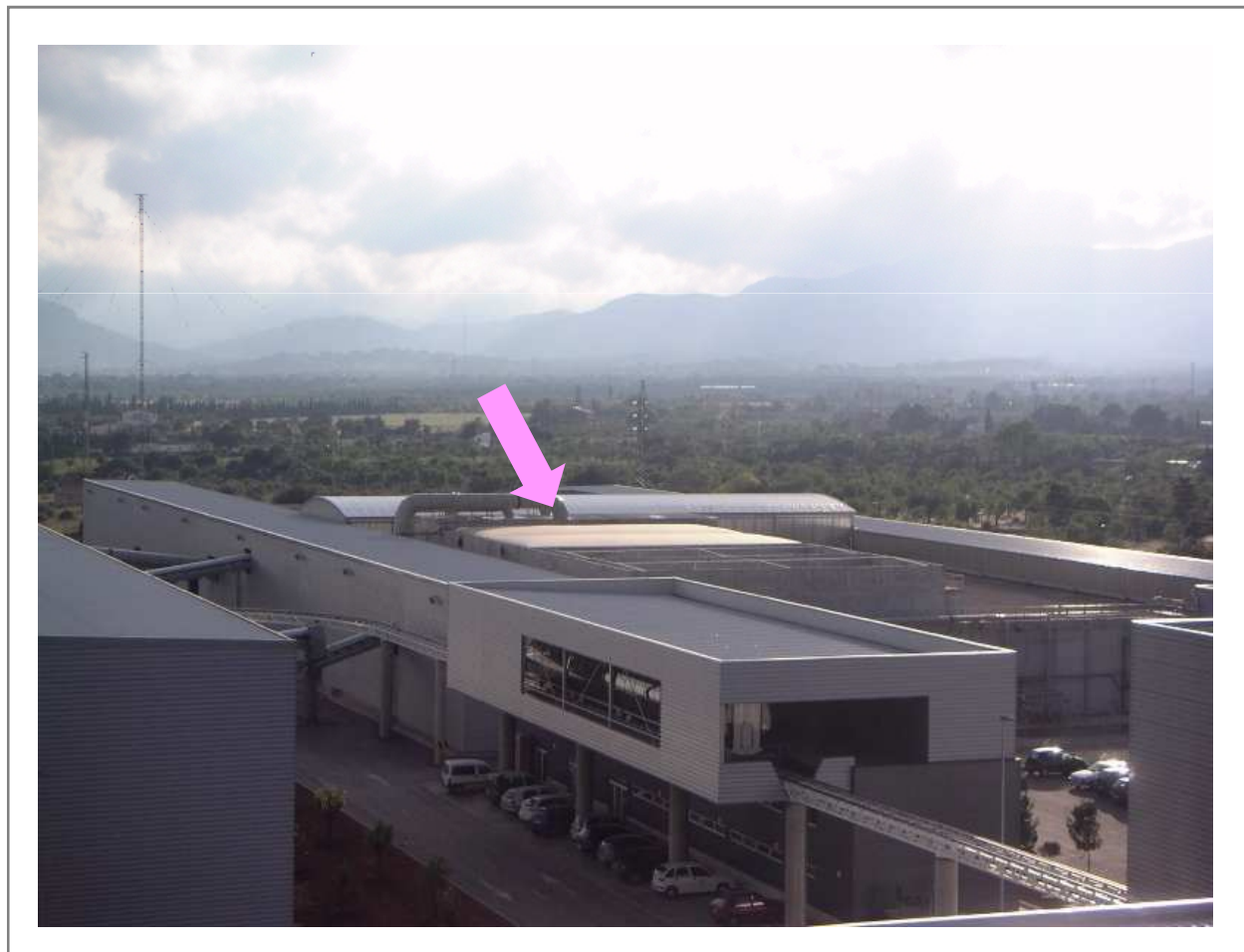


**FBA (167.000m³/h) en la planta
de biometanización en Sonreus (Mallorca)**



Biofiltro avanzado: Planta compostaje Sonreus **sta**

Filtro Biológico Avanzado (110.000m³/h) en la planta de compostaje de Sonreus (Mallorca)



Filtro Biológico Avanzado de 2 pisos de 510m² cada uno (153.000m³/h) en el Ecoparc-2 de Montcada



**FBA (400.000m³/h) en la planta
de compostaje del Ecoparc 2**



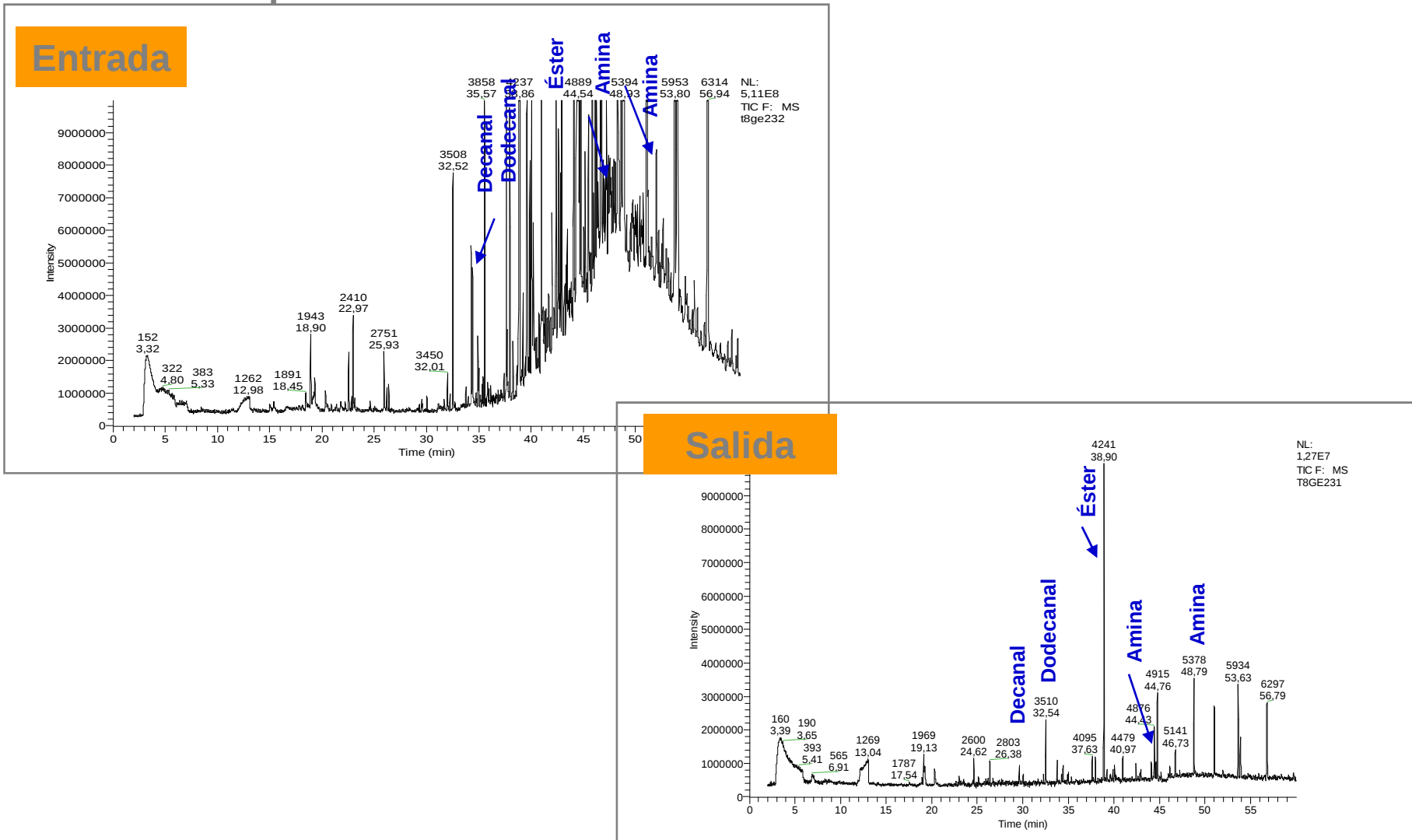
Biofiltro avanzado en una planta de “rendering”
(50.000m³/h)



Olores: situaciones y actitudes



TIC-Cromatograma de los gases a la entrada y salida de un FBA en una planta de tratamiento de residuos animales



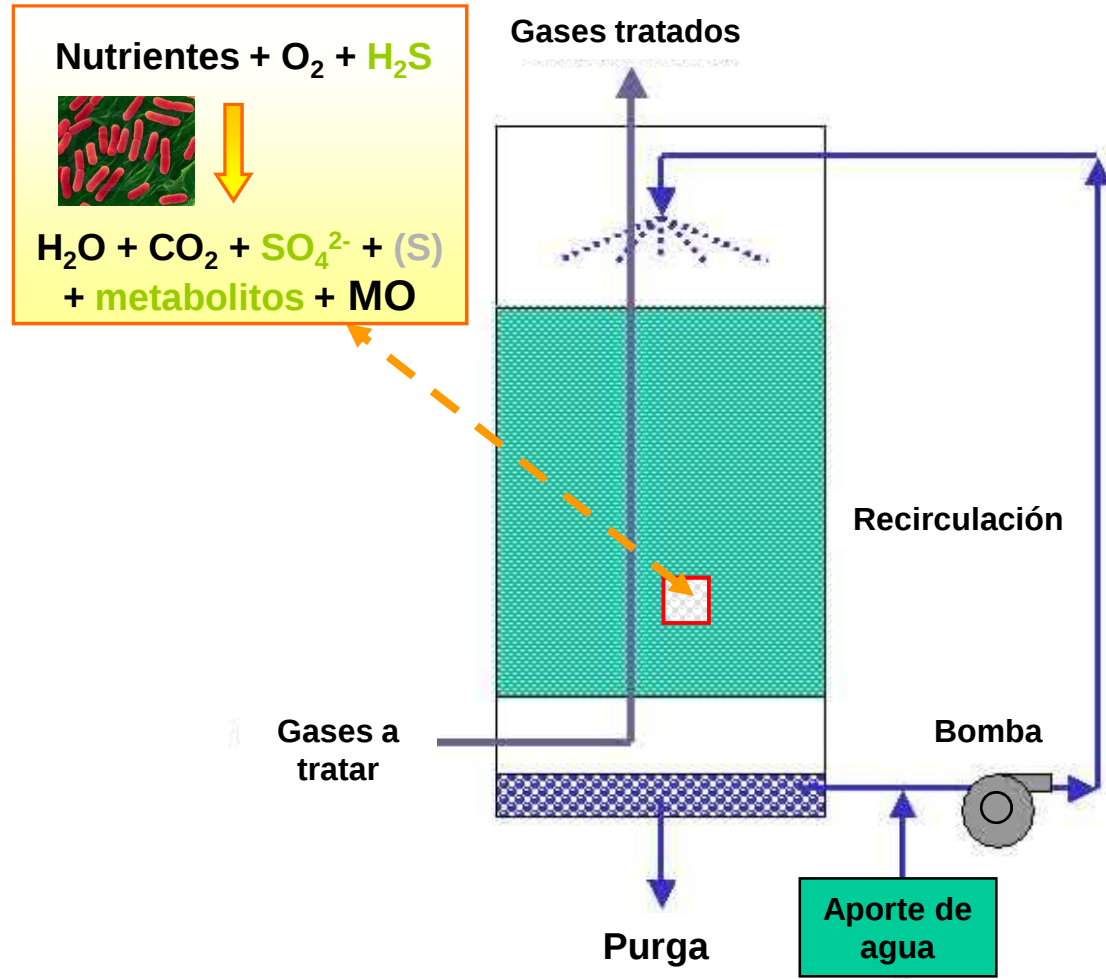
Biofiltro avanzado de la linea de fangos de una EDAR
(20.000m³/h)



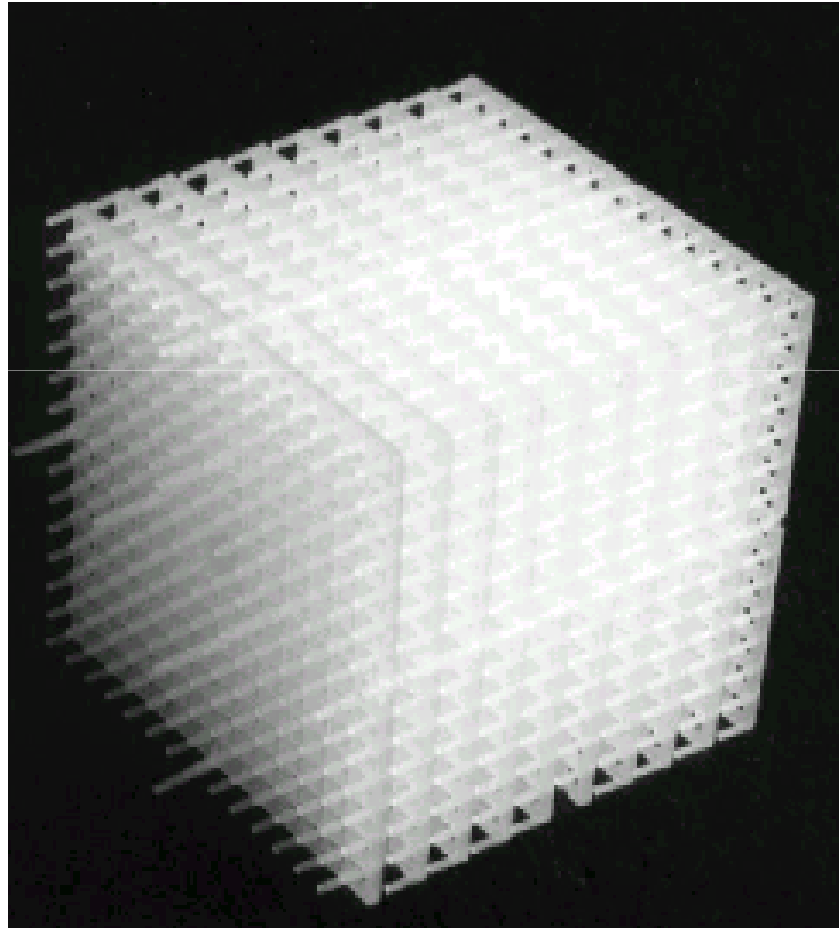
Tecnologías emergentes

Bioscrubber & Biotrickling

Esquema de un biotrickling



Relleno de un Sistema de Biotrickling



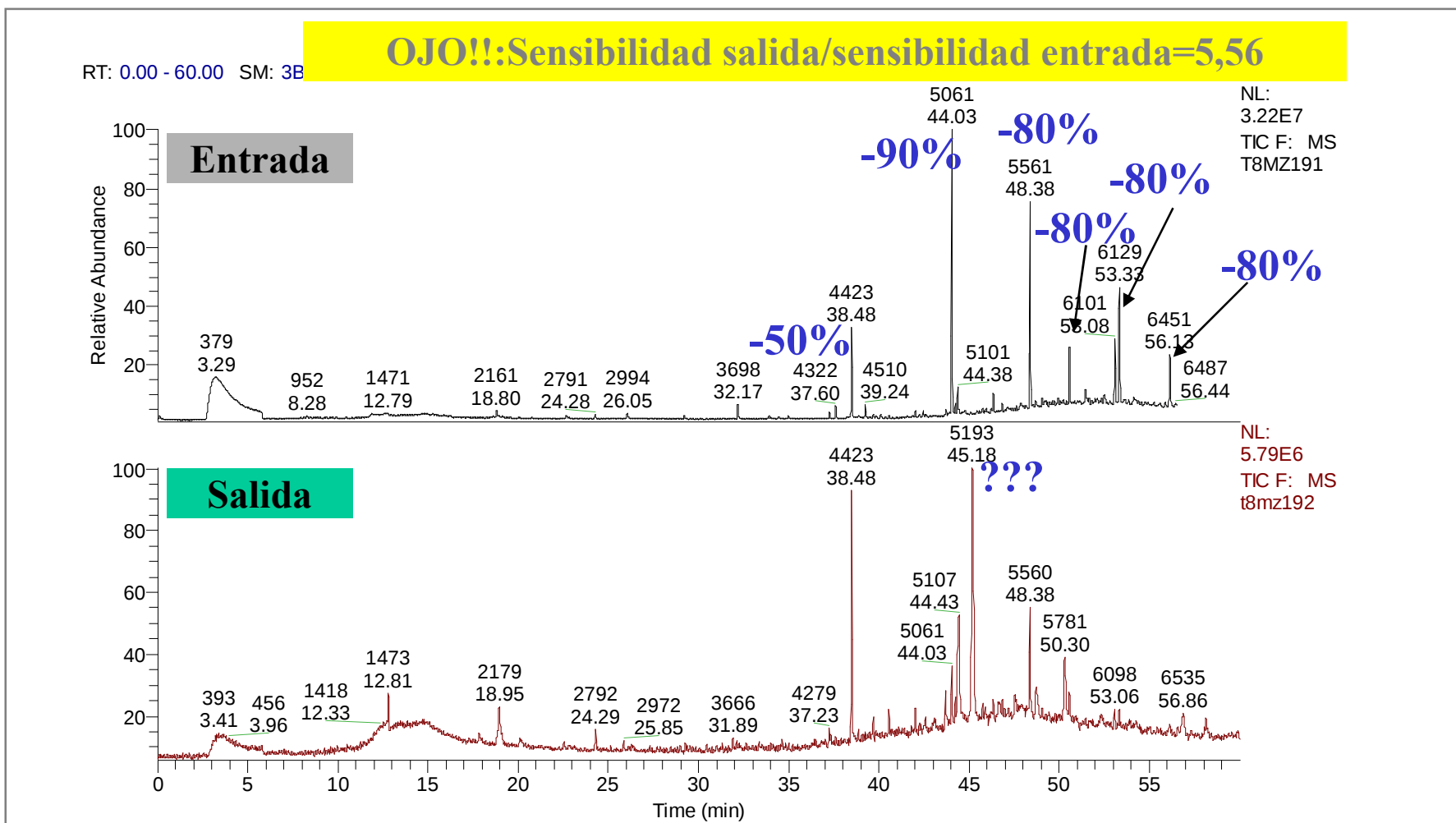
Biotrickling modular a
partir de 5000m³/h



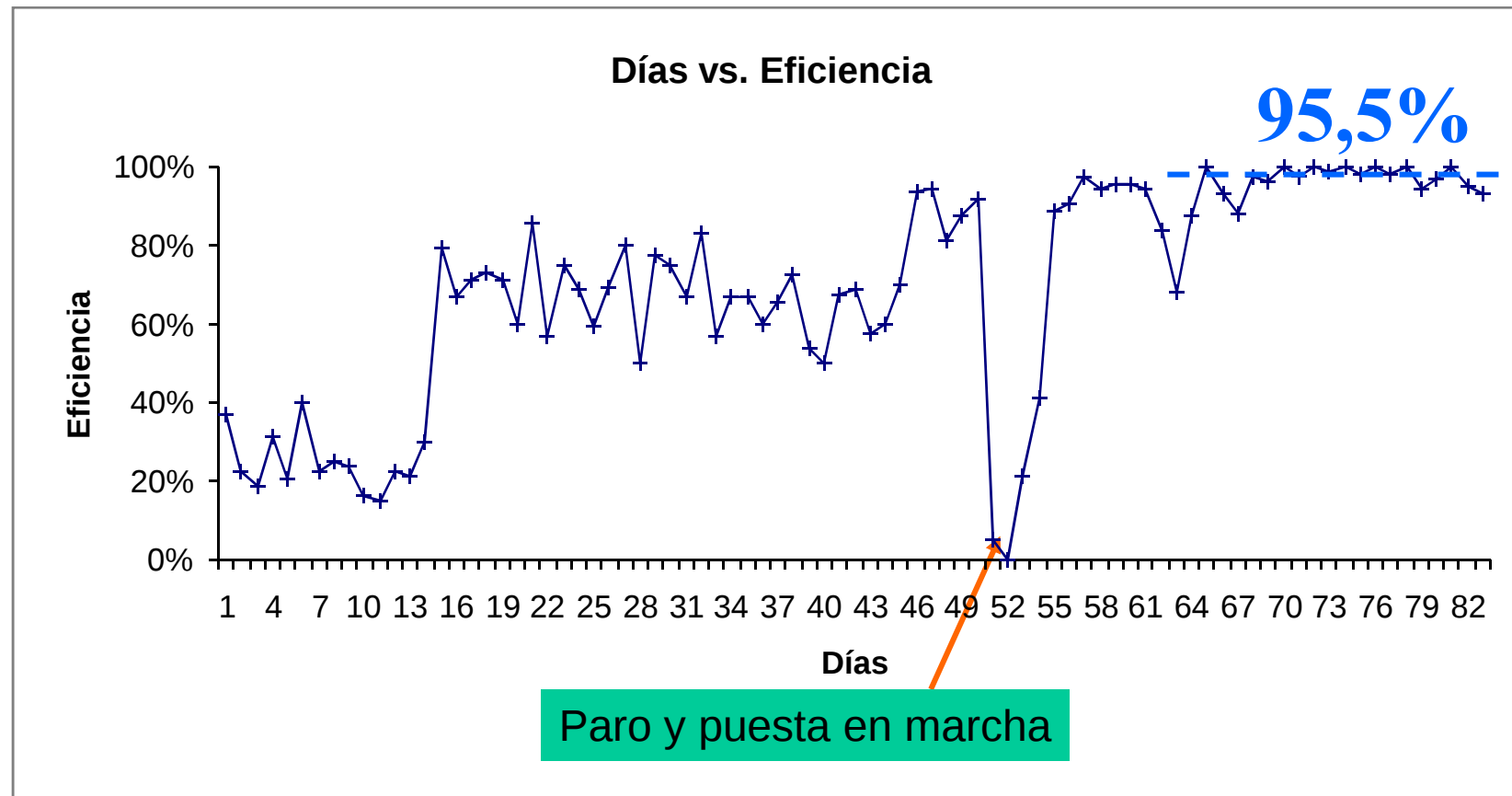
H₂S a la entrada y a la salida del sistema bioT

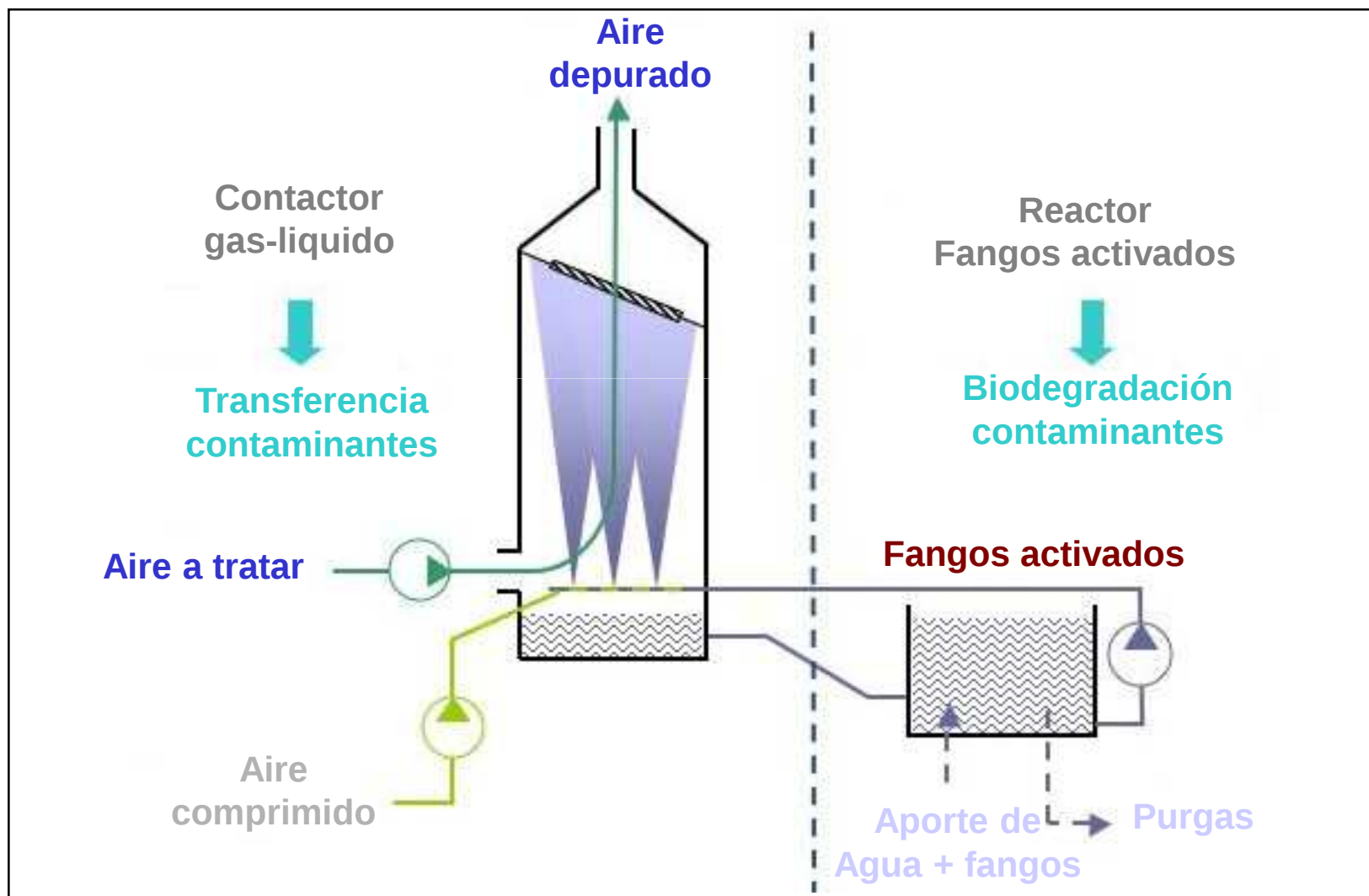


SPME-TIC-Cromatogramas de COV a la entrada y a la salida del sistema bioT



Eficiencia/robustez de un biotrickling





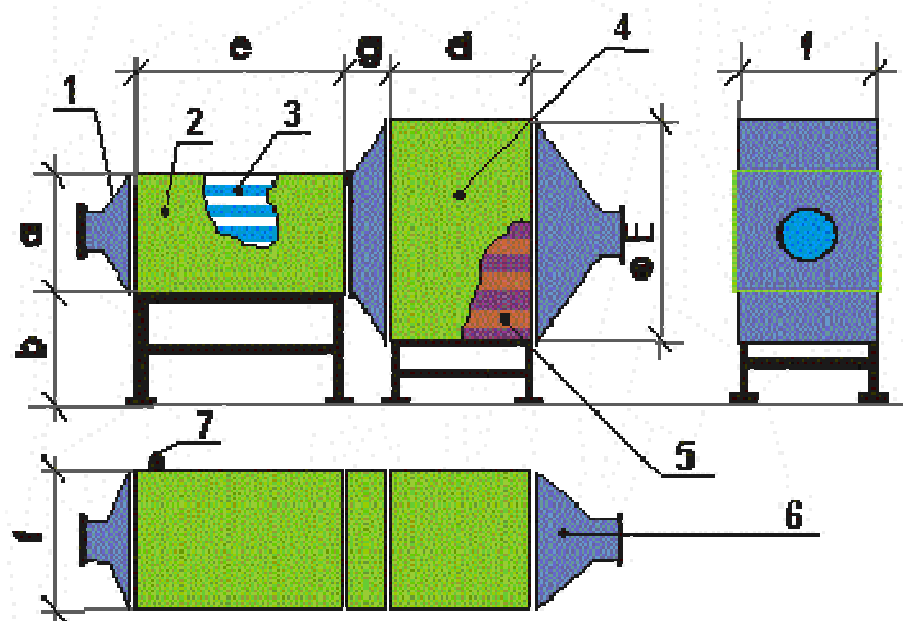
Tratamiento de emisiones de una planta de compostaje de residuos animales



**Plasma no térmico (tecnología en
pruebas para ITVA's)**

ESQUEMA DE UN SISTEMA DE PLASMA NO TÉRMICO-CATALÍTICO

- 1 Entrada de gases
- 2 Reactor de Plasma Frío
- 3 Electrodo
- 4 Reactor catalítico
- 5 Catalizador
- 6 Salida de gases tratados

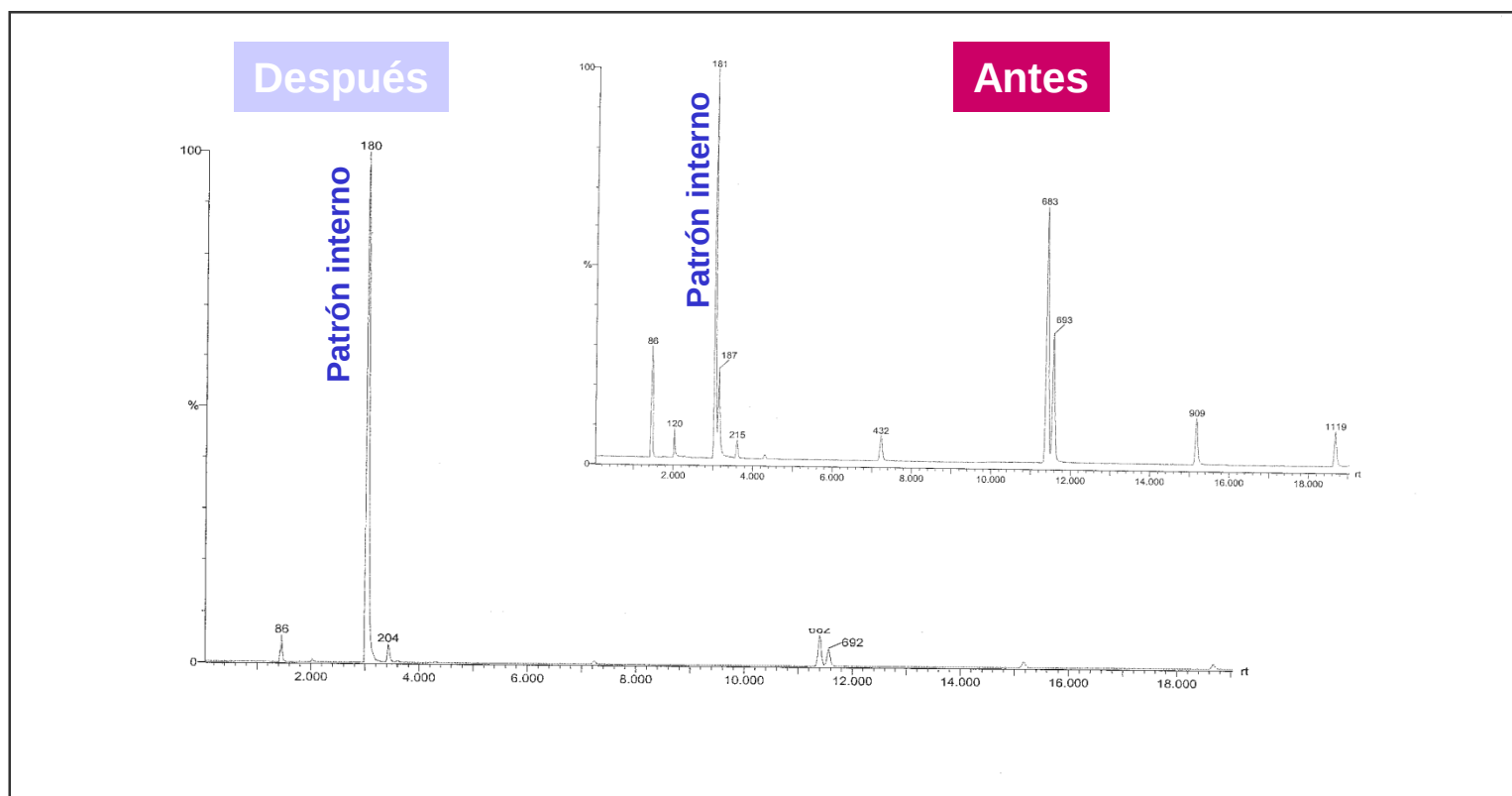


PLANTA PILOTO DE UN SISTEMA DE PNT

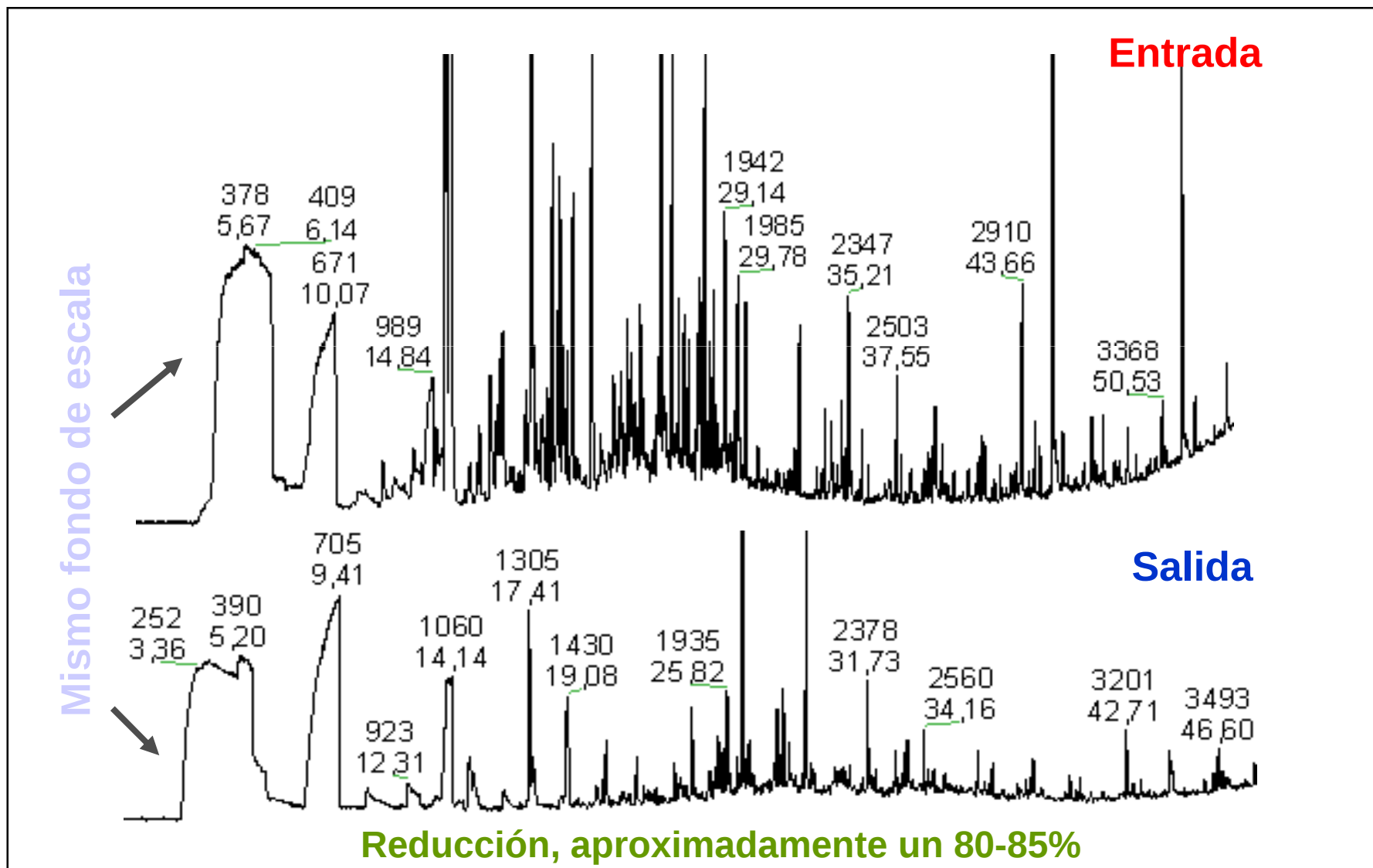


Resultados de COV en la prueba piloto del PNT&C

TIC-Cromatogramas del análisis de COV una emisión de una EDAR de una planta de química fina (acetona, etanol, IPA, Ac.Etilo y tolueno), antes y después de su tratamiento en un sistema piloto de oxidación mediante plasma no térmico ($\eta=80-95\%$)

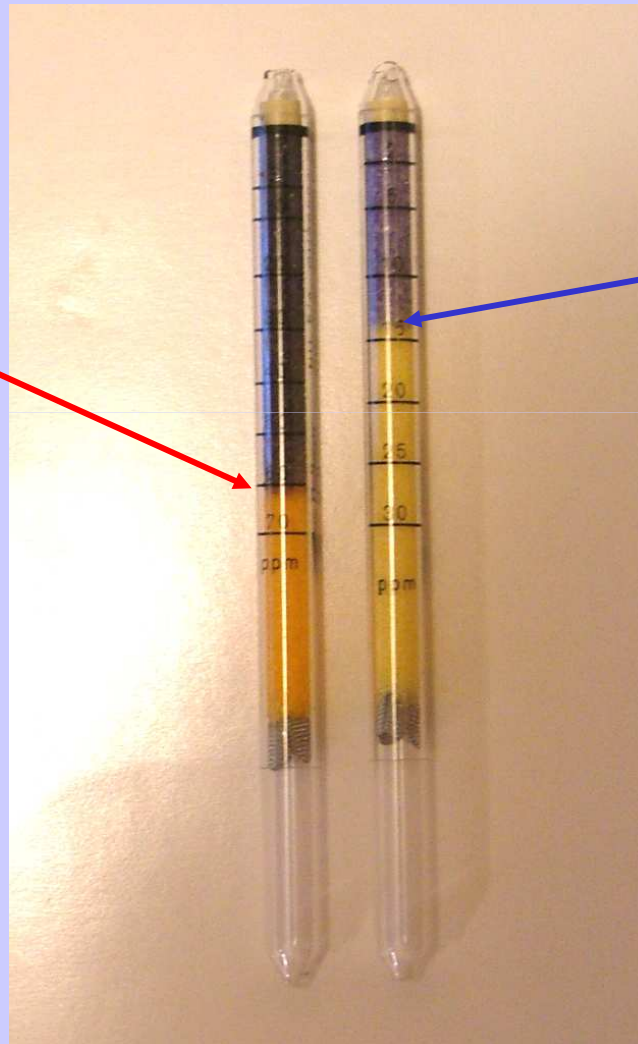


Comparación de resultados de COV en la prueba piloto del PNT&C



Resultados de amoniaco en la prueba piloto del PNT&C

Entrada
220 ppm



Salida
43 ppm

3 emboladas
en cada caso.
Factor x10/3

Plasma No Térmico (PNT)



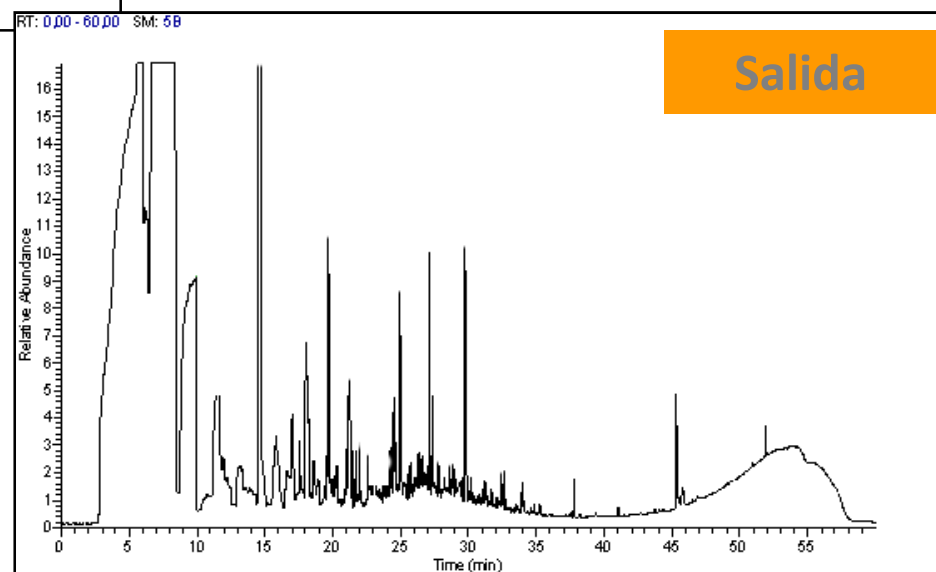
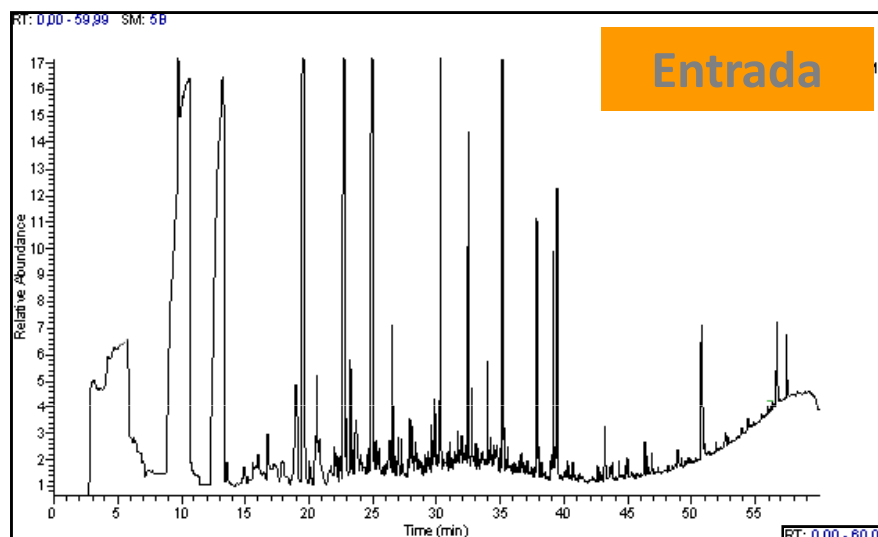
Segunda prueba piloto del PNT&C



Plasma No Térmico (PNT)



Prueba piloto (en curso) en una planta de tratamiento de lixiviados

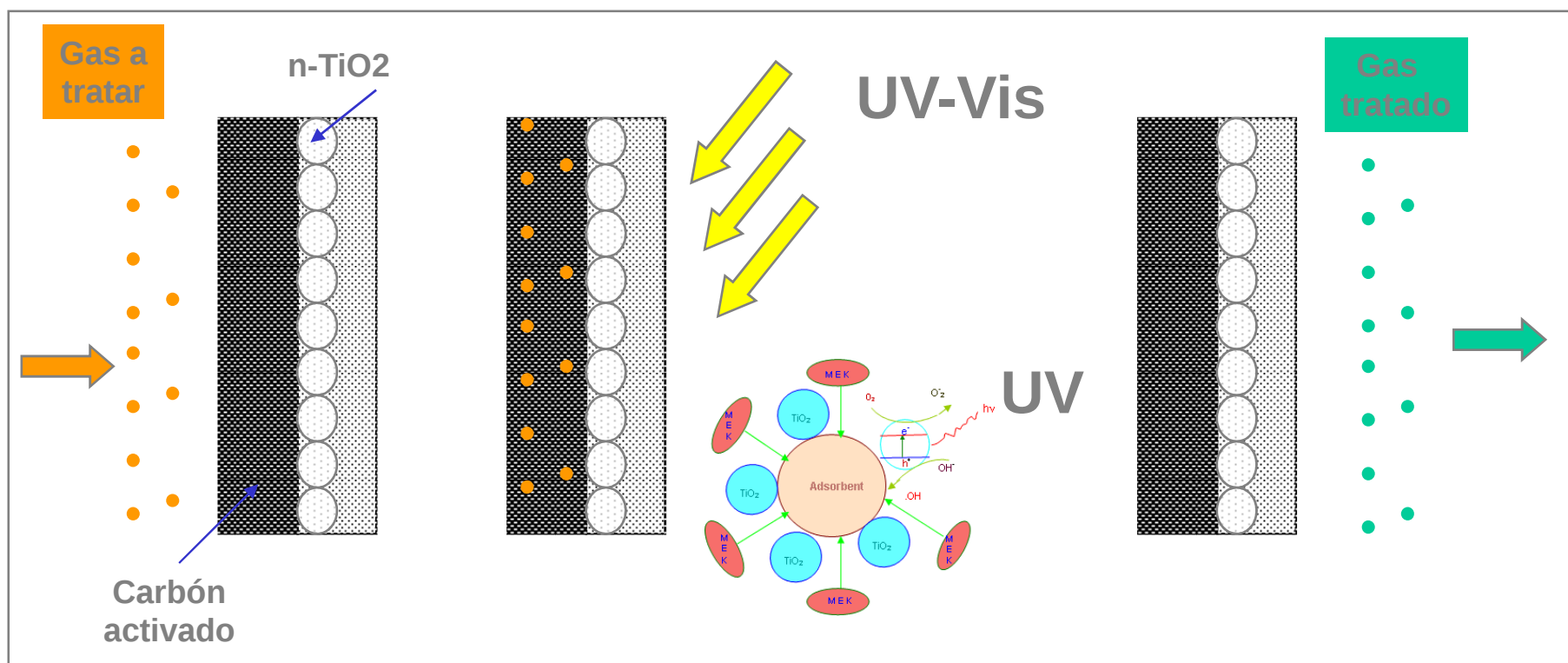


Instalaciones de Sistemas de Plasma No Térmico



Fotocatálisis

Fotocatálisis



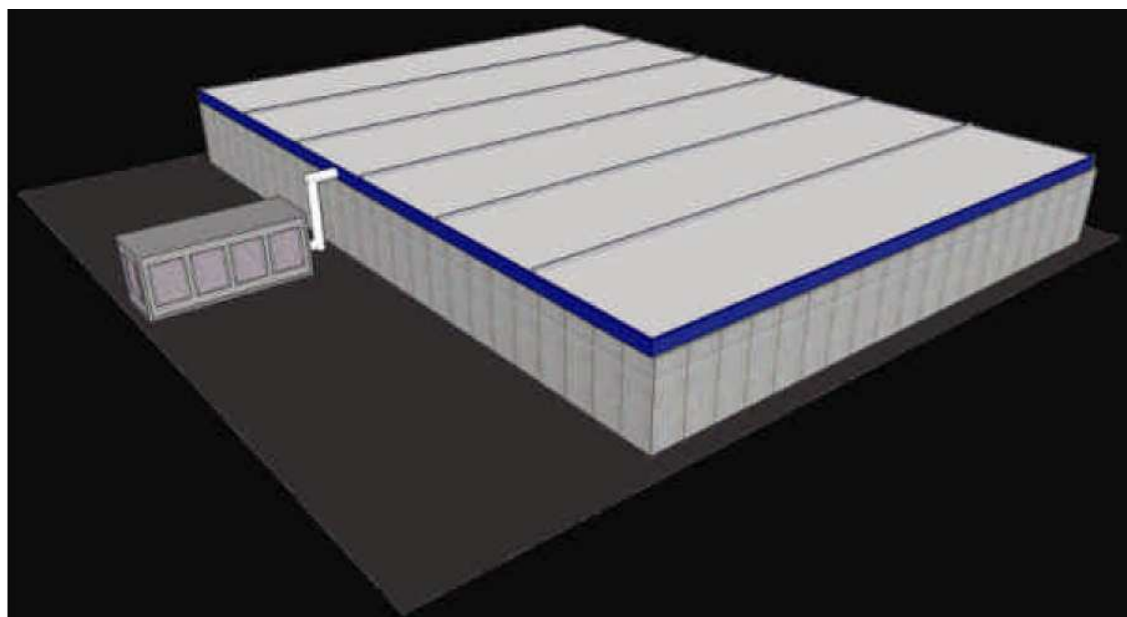
Tratamiento de emisiones de compostaje mediante filtros de adsorción y fotocálisis



Capacidad de adsorción: 70g/m^2

Capacitada de depuración: $10\text{g/m}^2/24\text{h}$ (para UV: 80w/m^2)

Fotocatálisis suplementada con luz artificial



Tratamiento de emisiones de una balsa de un EDAR mediante filtros de adsorción y fotocátalisis

