



S<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>

X

T

E

D

# DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE COMPUESTOS TÓXICOS Y CORROSIVOS EN AIRE GENERADOS EN DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

DETOX-H<sub>2</sub>S



<http://www.ciemat.es/portal.do?IDM=325&NM=4>

## INTRODUCCIÓN

El Programa DETOX-H<sub>2</sub>S, apoyado por la Comunidad de Madrid en su IV PRICIT, (Ref. S-0505/AMB/0406), plantea como objetivo final el desarrollo de un nuevo sistema de tratamiento para eliminar compuestos tóxicos y corrosivos como el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), dimetil disulfuro, mercaptanos, etc., generados y emitidos al aire, entre otras, por las plantas de tratamiento de aguas residuales. Propone evaluar las posibilidades del uso combinado de la adsorción selectiva y la fotocatalisis heterogénea y desarrollar un sistema integrado que permita realizar ensayos de demostración en condiciones reales.

**Coordinador:**  
**BENIGNO SÁNCHEZ CABRERO (CIEMAT-PSA)**  
*Aplicaciones Ambientales de la Radiación Solar en Aire*

### Participantes:

**CIEMAT:** Raquel Portela Rodríguez; Juan M. Coronado Carneiro; Silvia Suárez Gil; Guillermo Cobas Pupo; Marta Sánchez Muñoz; Sixto Malato Rodríguez y Sonia Antolín Martínez.

**ICP-CSIC:** Pedro Ávila García; Miguel Ángel Bañares González; Soren B. Rasmussen; Anna E. Lewandowska; Vanesa Calvino Casilda y Malcolm Yates Buxcey.

**ICV-CSIC:** Alicia Amparo Durán Carrera; M<sup>a</sup> Yolanda Castro Martín; Noemi Arconada Gómez-Jareno; Jadra Mosa Ruiz; Mario Aparicio Ambros y M<sup>a</sup> Jesús Pascual Franciso.

**UNED:** M<sup>a</sup> Luisa Rojas Cervantes; Rosa M<sup>a</sup> Martín Aranda y Antonio José López Peinado.

### Colaboradores:

**Universidad de Wisconsin en Madison (UW-USA):** Marc A. Anderson e Isabel Tejedor Tejedor.

**Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF-Brasil):** M<sup>a</sup> Cristina Canela Gazotti y Alexandre Moura Stumbo.

**Universidad de Santiago de Chile (USACH-CHILE):** Francisco Javier Gil Llambías.

**Ayuntamiento de Madrid. Planta depuradora de Viveros de la Villa de Madrid (Empresa Degremont):** José Antonio Jiménez Angulo.

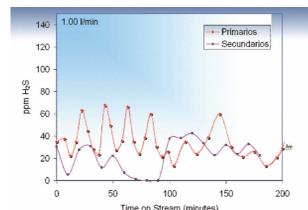
## ACTIVIDADES CONTEMPLADAS EN EL PROGRAMA

### Evaluación de concentraciones de gases en EDAR

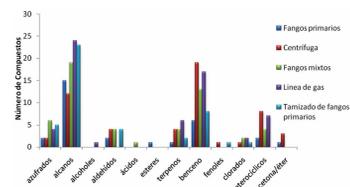
A lo largo del Programa se están realizando análisis en diferentes zonas de la planta que permiten conocer las concentraciones de H<sub>2</sub>S a lo largo del tiempo. Las concentraciones más significativas se han obtenido en los pozos de fangos primarios y secundarios.



Toma de muestras en el interior de los pozos correspondientes a fangos primarios y secundarios.



Análisis de H<sub>2</sub>S en los pozos de lodos primarios y secundarios.



Número de compuestos agrupados por clases detectados en la depuradora.

### Valores límite y concentraciones detectadas de otros compuestos azufrados.

Compuestos	Concentraciones detectadas	Valores límite (exposición de 8 horas/día)	Umbral olfativo
Dimetil sulfuro (ppm <sub>v</sub> )	<LQ - 0,027	10	0,001-0,020
Dimetil disulfuro (ppm <sub>v</sub> )	<LQ - 0,077	0,5	0,006-0,090

## SELECCIÓN, PREPARACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE MATERIALES ADSORBENTES

- Carbones activados de distinto origen: mineral, de coco, de turba y de madera, y con distinto procedimiento de activación: vapor de agua o H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- Silicatos naturales: sepiolita, arcilla (tipo caolinita) y zeolitas naturales (tipo clinoptilolita).
- Óxidos inorgánicos: alúmina, óxido de titanio y zirconia.
- Fases activas: Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, KOH, NaOH



Monólito cerámico.



Instalación para la medida de capacidad de adsorción/desorción en régimen dinámico.

## SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREPARACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE FOTOCATALIZADORES

El TiO<sub>2</sub> cristalino es el compuesto con mejores propiedades para su empleo en fotocatalisis. Desde el punto de vista de la ingeniería, la necesidad de fluidización del TiO<sub>2</sub> en polvo y de una etapa de separación en la corriente de salida, son importantes inconvenientes que justifican recurrir a soportes sobre los que depositar el semiconductor.

### Selección de soportes para el TiO<sub>2</sub>

El vidrio borosilicatado y dos polímeros, el polietilentereftalato (PET) y el acetato de celulosa (CA), han sido seleccionados para su estudio como soportes por su transparencia a la radiación UVA.



Soporte de PET y transmittancia en el rango UV-VIS de acetato de celulosa (—), vidrio borosilicatado (—) y poli(etilén tereftalato) (—).

### Síntesis y deposición de TiO<sub>2</sub> cristalino

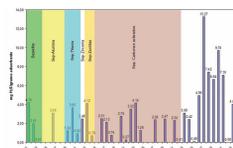
- Recubrimientos porosos de TiO<sub>2</sub> anatasa utilizando isopropóxido de Ti como precursor y polietilenglicol (PEG) como surfactante.
- Recubrimientos mesoestructurados de TiO<sub>2</sub> anatasa utilizando tetracloruro de titanio (TiCl<sub>4</sub>) como precursor y Pluronic F-127 como agente director estructural; TiO<sub>2</sub> anatasa de baja temperatura: medio acuoso ácido e isopropóxido de Ti como precursor.



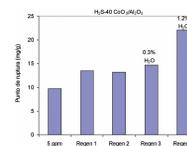
Micrografía TEM de una capa de TiO<sub>2</sub> dopado con 5% Co y tratada a 500°C.

## RESULTADOS SIGNIFICATIVOS A ESCALA LABORATORIO

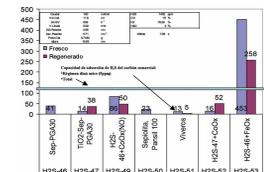
### Adsorción



Resumen de los valores de capacidad de retención de H<sub>2</sub>S obtenidos con los diferentes tipos de materiales ensayados.

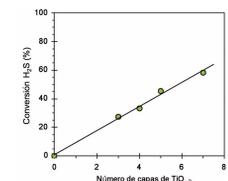


Influencia de la regeneración con KOH y del grado de humedad sobre la capacidad de retención de H<sub>2</sub>S.



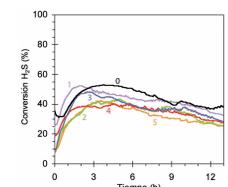
Resumen de los resultados obtenidos en condiciones húmedas con los materiales más significativos, comparados con el carbón comercial.

### Actividad de los fotocatalizadores



Relación entre la cantidad de fotocatalizador y la eficiencia fotocatalítica en aire seco. Conversión a las tres horas de iluminación en función del número de capas de titanio.

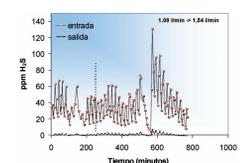
### Desactivación y regeneración



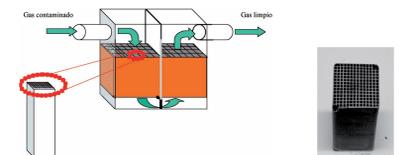
Regeneración de la actividad de los anillos de vidrio con TiO<sub>2</sub>-D calcinado. Conversión alcanzada con el catalizador fresco y después de 1, 2, 3, 4 y 5 lavados.

## RESULTADOS A ESCALA PILOTO

### Adsorción

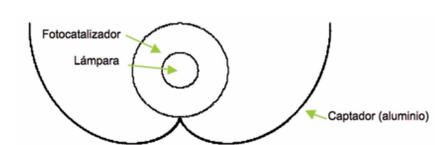


Análisis del efecto producido por la unidad de adsorción instalada en la EDAR de Viveros de la Villa, utilizando el carbón activado comercial.

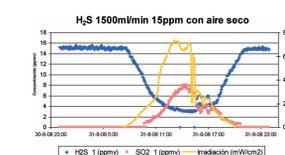


Esquema ilustrativo de la unidad de adsorción basada en monolitos a través de los cuales circula el contaminante a tratar.

### Fotocatalisis



Fotorreactor anular híbrido para empleo de fotocatalizadores soportados transparentes con irradiación solar y/o artificial. Trazado del CPC.



Primeros resultados de degradación fotocatalítica de H<sub>2</sub>S con irradiación solar empleando monolitos de PET recubiertos con TiO<sub>2</sub> como fotocatalizador.



www.madrid.org

