

**Resumen**

Para evaluar cuantitativamente la afectación socioambiental por malos olores en el entorno de plantas de compostaje de lodos, la empresa Socioingeniería ha desarrollado una metodología propia basada en tres herramientas básicas: los diarios de percepción social de olores molestos; las mediciones de olor en emisión con el Nasal Ranger; y los análisis químicos de corrientes de aire representativas. Los indicadores de calidad ambiental que se obtienen permiten establecer la contribución real de la fuente de olor a la molestia percibida, así como evaluar el rendimiento de sus sistemas de desodorización. Asimismo, es viable establecer un programa de comunicación con los receptores sociales afectados y aplicar medidas correctoras orientadas.

**Palabras clave:**

Compostaje, olores, afectación socioambiental, olfatometría de campo, Nasal Ranger, diarios de olores, lodos EDAR, análisis químicos, eficiencia desodorización.

**Abstract**

*Social and environmental affection due to the smells from sewage works sludge-tunnel composting*

Quantifying the social odor impact in the surroundings of sludge composting plants is the aim of a methodology developed by Socioingeniería. Three scientific tools are used: diaries of social perception of annoying odors (intensity and type); field olfactometry with the Nasal Ranger and chemical analyses of representative air currents. The environmental quality indicators obtained make it possible to establish the real contribution of the source of the smell to the perceived nuisance and to assess the performance of its deodorizing systems. Similarly, it is viable to set up a communication programme with the social receivers affected and to implement targeted corrective measures.

**Keywords:**

Composting, odors, socioenvironmental impact, field olfactometry, Nasal Ranger, odor diaries, WWTP sludge, chemical analysis, odor abatement efficiency.

## Afectación socioambiental por olores del compostaje en túneles de lodos de EDAR

Por: Josep Cid (\*); Francisco Mocholí (\*\*)

(\*) Socioingeniería, S.L.  
C/ Alexander Bell, 79, 2º  
08224 Terrassa (Barcelona)  
Tel.: 937 884 797 - Fax: 937 884 797  
E-mail: socioingenieria@telefonica.net  
Web: www.malosolores.es

(\*\*) Soluciones Analíticas Instrumentales, S.L. (Sailab)  
C/ Argenters, 5, Edificio I, Bajos D  
08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona)  
Tel.: 935 820 292 - Fax: 935 820 275  
E-mail: fm@sailab.es - Web: www.sailab.es

**1. Introducción**

Para que una actividad de compostaje de lodos funcione sosteniblemente debe demostrar que la afectación socioambiental en el entorno más cercano es mínima, inevitable o asumible. El vector de mayor impacto es, sin duda, el de los malos olores, por lo que es necesario desarrollar indicadores objetivos de la incidencia social de este vector. La empresa Socioingeniería lleva varios años trabajando en instalaciones de compostaje de lodos y otros materiales en Cataluña, lo que le ha permitido desarrollar una serie de indicadores de calidad socioambiental (sostenibilidad) cuyo fin es el de minimizar la molestia por malos olores en el entorno, iniciar y mantener programas de comunicación bidireccional con los receptores afectados y escoger, en términos de efectividad real, las alternativas de gestión más sostenibles. Finalmente, de la verificación a medio plazo del cumplimiento de

los criterios de calidad socioambiental se puede derivar la emisión del Certificado de Sostenibilidad Social (CSS) de olores por parte de esta empresa.

**2. Metodología****2.1. General**

Los instrumentos científicos básicos de la metodología aplicada son cuatro: los diarios de intensidad, frecuencia y tipología de olores (participación ciudadana); las mediciones de olor ambiental con el olfatómetro de campo Nasal Ranger; los análisis químicos completos de los compuestos marcadores de olor para ayudar en la interpretación de las relaciones causa-efecto antes de adoptar medidas correctoras (por ejemplo, eficiencia del biofiltro o de otros sistemas de desodorización); y los análisis de las condiciones meteorológicas y su relación con los niveles ambientales de olor y la percepción de la molestia.

## 2.2. Diarios de percepción social de la molestia por olores

La participación ciudadana mediante los diarios de olores representa una forma objetiva económica y efectiva de cuantificar la molestia socioambiental. La mayoría de personas pueden distinguir entre diferentes intensidades de olor si todos trabajan con una escala predefinida y si, además, la molestia registrada se basa únicamente en la experiencia inmediata (Cid Montañés, 2002).

La estructura del diario mensual de percepción de olores divide cada día en tres periodos (de 00:00 a 08:00 h, de 08:00 a 16:00 h y de 16:00 a 24:00 h) para evitar la presencia forzada en el domicilio o lugar de trabajo (Aitken y Okun, 1992). La escala de intensidad de la molestia va de 1 (ausencia total) hasta 5 (muy molesta) y el indicador principal se denomina Índice de Molestia de Olores (IMO), el cual varía de 0% (ningún receptor afectado) a 100% (todos los receptores afectados).

Para calcularlo, se escoge un período de tiempo determinado y se asigna un peso estadístico arbitrario a cada valor de la intensidad: 1 (0), 2 (25), 3 (50), 4 (75) y 5 (100). Posteriormente se suman los productos del número de respuestas de cada intensidad por su peso correspondiente y se divide por el total de respuestas para el mismo período de referencia.

## 2.3. Mediciones de olor con el olfatómetro de campo Nasal Ranger

Para medir olores en inmisión se utiliza el olfatómetro de campo Nasal Ranger (NR), desarrollado por la empresa americana St. Croix Sensory y distribuido en España por Socioingeniería. Todos los usuarios del olfatómetro de campo deben calibrarse para comprobar que cumplen las recomendaciones de la norma europea UNE:EN 13725 (2004). Este nuevo instrumento permite la medición de los olores ambientales a tiempo real y se basa en el concepto de "dilución hasta el umbral de detección" (D/T), el cual determina la dilución necesaria para que el olor ambiental no se detecte (Figura 1).

## 2.4. Análisis químicos de los compuestos marcadores de olor

El objetivo principal de los análisis químicos es identificar inequívocamente los compuestos responsables del olor percibido, así como evaluar la eficiencia de los sistemas de desodorización de las actividades emisoras. La metodología de muestreo y análisis químico ha sido desarrollada conjuntamente con el laboratorio analítico Soluciones Analíticas Instrumentales (Sailab).

La toma de muestras para los compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles presentes en co-

*La eficiencia global del sistema de desodorización es del 90%*

rrientes de aire representativas de los diferentes procesos implicados se lleva a cabo mediante la técnica de microextracción en fase sólida (SPME), utilizando fibras CAR/PDMS de 75  $\mu\text{m}$ , previamente acondicionadas a 300 °C. Después de recoger las muestras, se tapan con un septo inerte, se guardan en un tubo de vidrio Pyrex previamente purgado con  $\text{N}_2$  y se refrigeran para evitar la desorción de los componentes más volátiles.

Las muestras se procesan en el laboratorio el mismo día o al siguiente. Las fibras SPME se desorben 3 minutos a 250 °C y se analizan mediante cromatografía de gases espectrometría de masas (HRGC/MS).

La identificación de los distintos analitos se realiza mediante un método automatizado con la ayuda de la librería NIST 05.

## 2.5. Condiciones meteorológicas

Para analizar la representatividad de las mediciones olfatomé-



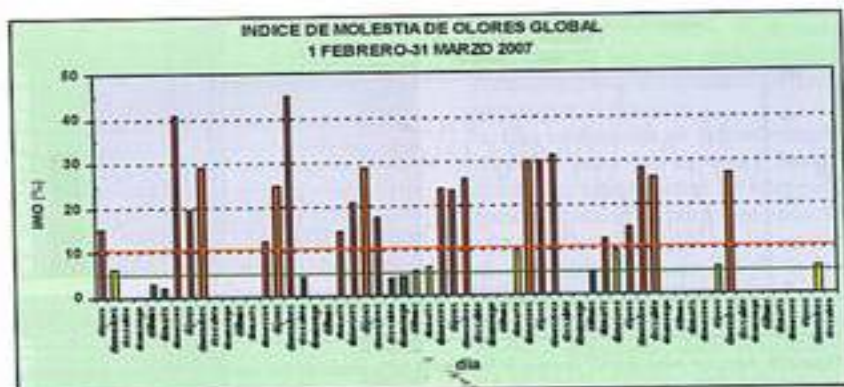
Figura 1. Mediciones de olor ambiental con el olfatómetro de campo Nasal Ranger.

tricas, así como para establecer las relaciones cuantitativas (o ausencia de éstas) entre las mediciones de olor (D/T), los índices de molestia y las condiciones meteorológicas de afectación potencial máxima, se calculan las frecuencias de la dirección del viento para el periodo de control y, si es necesario, las de otras variables meteorológicas como la velocidad del viento.

### 3. Resultados

#### 3.1. Mediciones olfatométricas de campo y diarios de olores

En la **Figura 2** se muestran los controles olfatométricos realizados alrededor de una planta de compostaje en túneles de lodos EDAR, en el perímetro y en los receptores afectados. En este periodo inicial (fe-



**Figura 3.** Índice de Molestia de Olores (IMO) diario en el entorno de una planta de compostaje.

brero-marzo 2007) los niveles de olor medidos indicaban que la molestia en el entorno era muy probable, dado el carácter ofensivo del olor percibido (putrefacción animal).

Para todas las mediciones con el NR se ha empleado un código

de colores:  $x \leq 7$  D/T (verde),  $x = 15$  D/T (amarillo) y  $x \geq 30-60$  D/T (rojo), que se corresponde con los criterios de valoración aceptable, problemático e inaceptable, respectivamente. Estas mediciones iniciales fueron contrastadas con la información proporcionada por los diarios de olores de los vecinos participantes (**Figura 3**).

Para todos los valores del IMO se ha empleado un código de colores:  $x \leq 5\%$  (verde),  $5\% \leq x \leq 10\%$  (amarillo) y  $x \geq 10\%$  (rojo), que se corresponde también con los criterios de valoración aceptable, problemático e inaceptable, respectivamente. La frecuencia y el IMO en este periodo eran claramente inaceptables y parecían seguir un patrón determinado que concordaba con los elevados niveles de olor medidos en la planta, el perímetro y los receptores.

La relación entre la molestia percibida y la frecuencia de la dirección del viento de impacto máximo no hacía sino corroborar el origen del problema (**Figura 4**): existencia de emisiones fugitivas previas y en el propio sistema de desodorización formado por un lavador y un biofiltro (**Figura 5**).

En esta planta, la carga semanal de lodos en los túneles se realiza los martes y los jueves, mientras que los picos de molestia se producían los miércoles y los viernes, es decir, 12-24 h después coincidiendo con el inicio de la higienización de



**Figura 2.** Mediciones olfatométricas en la planta (arriba), el perímetro y los receptores afectados (abajo).

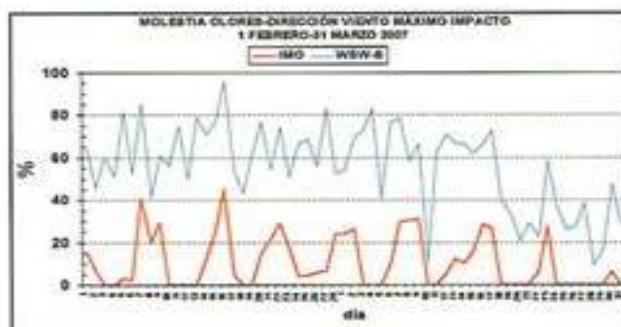


Figura 4. Relación entre el IMO diario y la frecuencia de la dirección del viento de impacto máxima.



Figura 6. Evolución del IMO global mensual.



Figura 5. Localización de las emisiones fugitivas previas y en el sistema de desodorización.

los lodos. Dos ruedas de reconocimiento con los vecinos confirmaron adicionalmente la existencia de dichas emisiones fugitivas. Una vez reparadas las fugas, los diarios de olores mostraron claramente la reducción progresiva de la molestia (Figura 6). Las mediciones posteriores con el Nasal Ranger confirmaron de forma independiente la reducción significativa del olor asociado a los lodos en los receptores.

### 3.2. Análisis químicos

Según los resultados obtenidos con el programa de seguimiento de olores, se realizaron diversas analíticas para evaluar cuantitativamente el rendimiento o eficiencia del sistema de desodorización de la planta, formado por un lavador con agua y un biofiltro. Una vez iniciada la higienización dentro del túnel (> 55 °C) se tomaron tres muestras simultáneamente: a la salida del túnel, a la entrada del biofiltro y a la salida del mismo (Figura 7).

El biofiltro funciona mediante plenum en sentido vertical y en su parte inferior (1 m) está relleno con corteza de pino. La parte superior (0,5 m) está rellena con restos de poda compostada previamente. Esta planta está diseñada para compostar 10.000 t/año, tanto de FORM como de lodos industriales y de EDAR. En la Figura 8 se presentan en orden correlativo los 10

compuestos mayoritarios en cada muestra para ambos tipos de lodos: industriales y de EDAR. Los que son emitidos a la salida del biofiltro se acompañan de su umbral de detección de olor en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dado que el potencial odorífero de un compuesto aumenta de forma inversamente proporcional al valor del umbral de detección de olor, se puede comprobar, por

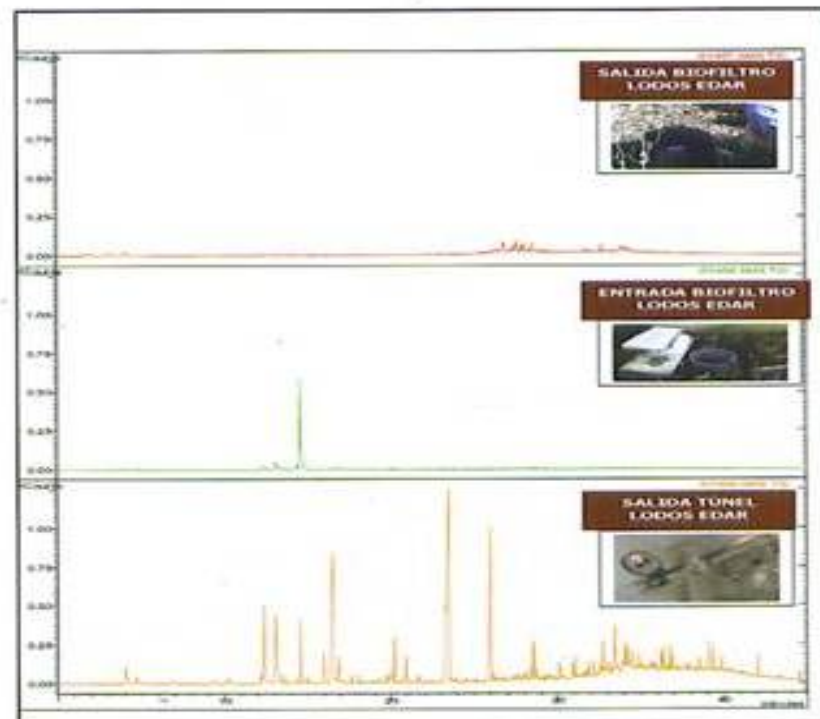


Figura 7. Cronogramas de las muestras de aire representativas del compostaje en túneles de lodos EDAR.

	SALIDA TUNEL LODOS INDUSTRIALES	ENTRADA BIOFILTRO LODOS INDUSTRIALES	SALIDA BIOFILTRO LODOS INDUSTRIALES	UMBRAL OLOR	
				$\mu\text{m}^3$	Clase
1	Indol	Ácido hialico	Disulfuro de dimetilo	0,1	I
2	Skatol	Disulfuro de dimetilo	<i>n</i> -Hexano	775	II
3	Fenol	Tolueno	<i>n</i> -propil-Alcano	700	II
4	<i>p</i> -Cresol	Trisulfuro de dimetilo	Ácido hialico	7	I
5	Trisulfuro de dimetilo	<i>p</i> -Cimeno	Trisulfuro de dimetilo	6	I
6	Ácido hialico	2-Perilfluoro	2-Etilhexano	91	II
7	2,2-Dihidroacetofenona	<i>n</i> -Hexano	Estiboneno	400	II
8	1-Metil-4-propilbenzeno	<i>n</i> -propil-Alcano	1-Etil-3-metil-benzeno	180	II
9	Disulfuro de dimetilo	beta-Alifano	Tolueno	600	II
10	Musk 3EA (variable)	1-Etil-3-metil-benzeno	Ácido pentanoico	1,1	I

	SALIDA TUNEL LODOS EDAR	ENTRADA BIOFILTRO LODOS EDAR	SALIDA BIOFILTRO LODOS EDAR	UMBRAL OLOR	
				$\mu\text{m}^3$	Clase
1	Indol	Limoneno	Disulfuro de dimetilo	0,1	I
2	Skatol	<i>p</i> -Cimeno	2-Etilhexano	91	II
3	<i>p</i> -Cresol	2-Perilfluoro	Sulfuro de dimetilo	2,6	I
4	Fenol	Trisulfuro de dimetilo	Dodecano	20	II
5	Trisulfuro de dimetilo	beta-Alifano	Musk 3EA (variable)	6	I
6	2,2-Dihidroacetofenona	Tolueno	Trisulfuro de dimetilo	6	I
7	1-Metil-4-propilbenzeno	Disulfuro de dimetilo	<i>n</i> -Hexano	775	II
8	Disulfuro de dimetilo	2,4-Dimetilhexano	<i>n</i> -propil-Alcano	700	II
9	Musk 3EA (variable)	Decano	1-Etil-3-metil-benzeno	180	II
10	Tolueno	Dodecano	Tolueno	600	II

$\mu\text{m}^3$
< 10
10-400
> 400

Figura 8. Compuestos mayoritarios en la higienización-desodorización de lodos mediante compostaje en túneles.

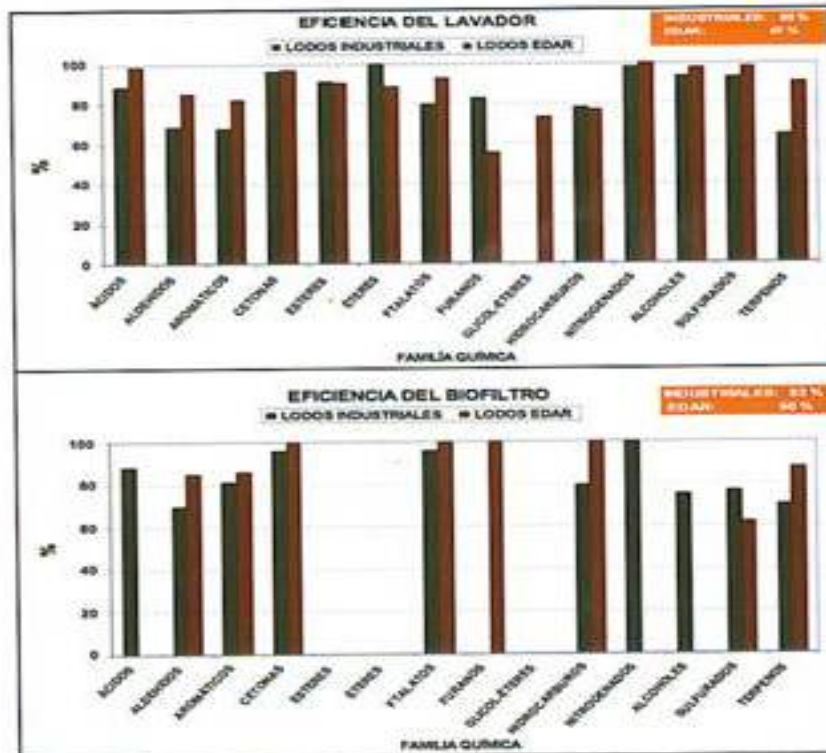


Figura 9. Eficiencias (%) parciales del sistema de desodorización de la planta de compostaje en túneles de lodos.

ejemplo, que el indol, el skatol y el *p*-cresol, los tres especialmente ofensivos, son eliminados perfectamente por el lavador.

Las eficiencias de desodorización medidas para las distintas familias químicas, tanto para el lavador como para el biofiltro, permiten concluir que la eficiencia global del sistema es aproximadamente del 90%, con lo que de existir algún impacto por olores en el entorno éste debería ser de poca intensidad dado el bajo nivel de emisión medido para las familias de mayor potencial odorífero: sulfuros, nitrogenados, ácidos carboxílicos y aldehídos (Figura 9).

#### 4. Conclusiones

Con la participación social y la metodología de Socioingeniería se ha conseguido detectar y corregir las emisiones fugitivas de malos olores de una planta de compostaje en túneles de lodos industriales y EDAR. Asimismo, se ha establecido un programa transparente de comunicación entre los vecinos y los gestores de la planta y se ha determinado que la eficiencia global del sistema de desodorización actual (lavador + biofiltro) es del 90%, tanto para los lodos industriales como los de EDAR.

En el período febrero-agosto de 2007 la reducción de la molestia global por olores ha sido del 87%. Esta planta debería alcanzar una reducción del 98% para obtener el Certificado de Sostenibilidad Social de Olores.

#### 5. Bibliografía

- [1] Aitken, M.D.; Okun, M.F. (1992). Quantification of wastewater odors by the affected public. *Wat. Environ. Res.* 64, 720-727.
- [2] Cid Montañés, J.F. (2002). Control ambiental y social de los olores en vertederos. *Mapfre Seguridad* 88, 31-39.
- [3] UNE:EN 13725 (2004). Calidad del aire Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.