

DOCUMENTO PRELIMINAR DEL GRUPO DE TRABAJO

# GT-11

## Contaminación odorífera

Coordina: Colegio Oficial de Químicos  
de Madrid

---

**CONAMA2014**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

---

Madrid. Del 24 al 27 de noviembre de 2014  
[www.conama2014.org](http://www.conama2014.org)



## **RESUMEN**

Se hace referencia a los métodos analíticos disponibles como herramientas de trabajo válidas para establecer una Ley sobre contaminación Olorífera por parte del Estado puesto que la prevención y corrección las molestias por malos olores constituyen una demanda social.

## **OBJETIVO DEL GRUPO DE TRABAJO CONTAMINACIÓN ODORÍFERA**

Como en años anteriores (2010, 2012) el objetivo de este Grupo de Trabajo sigue siendo el facilitar elementos científicos objetivos a las Administraciones del Estado como herramienta para el establecimiento de una legislación específica que recoja una adecuada gestión de olores en términos de definición de las características de los olores y de la regulación de su emisión e inmisión. En la presente edición se procede a la puesta al día de esta problemática.

## **LISTADO PREVIO DE PARTICIPANTES**

### **Coordinador:**

D. Antonio R. Iglesias García

### **Relatores:**

D<sup>a</sup> Macarena Segarra

D<sup>a</sup> Elena Veza Martínez

### **Colaboradores Técnicos:**

D<sup>a</sup> Gema Cristina Hernaiz Soto

D. Luis Pertejo Castaño

D. Alberto Urriaga de Vivar Frontelo

## **TÍTULO: "NECESIDAD DE UNA LEY ESPECÍFICA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN ODORÍFERA"**

### **Contenido**

RESUMEN.....	1
OBJETIVO DEL GRUPO DE TRABAJO CONTAMINACIÓN ODORÍFERA.....	1
LISTADO PREVIO DE PARTICIPANTES.....	1
1.1    Introducción.....	3
1.2    Metodología científico-técnica.....	6
1.3    Evaluación de la Exposición Directa en el Aire Ambiente.....	7
1.4    Aplicación de las Diferentes Metodologías Conceptuales.....	7
2. PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA LA REGULACIÓN DE OLORES EN ESPAÑA.....	8
2.1    Situación actual.....	8
2.2    Regulación para las actividades de tratamiento de residuos.....	8
2.3    Principales industrias potencialmente generadoras de Contaminación Odorífera.....	10
3.    LEGISLACION.....	17
3.1    Legislación sobre la contaminación odorífera en diversas Comunidades Autónomas de España.....	18
3.2    Propuesta para definir la regulación.....	24
4. EVALUACIÓN DE LA MOLESTIA ODORÍFERA EN AMBIENTES INTERIORES INDUSTRIALES.....	25
4.1    Introducción.....	25
4.2    Determinación de las concentraciones de COV.....	27
4.3    Notas Técnicas de Prevención.....	27
4.4    Uso de las unidades de olor en ambientes industriales.....	30
5.    CONCLUSIONES.....	33
6.    REFERENCIAS.....	34

## 1.1 Introducción

Un olor es indicador de la presencia en el aire de gases o partículas.

El olor se define como la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles.

- **Conceptos relativos al olor<sup>1</sup>**

Ante todo, vamos a adelantar de forma sucinta algunos conceptos que van a ser útiles para la mejor comprensión de este trabajo:

- **Olor simple o primario.** Es el que percibe de modo aislado el olfato como consecuencia de la emisión olorosa de un único compuesto determinado. Un ejemplo de ello lo tenemos en la preparación de H<sub>2</sub>S en el laboratorio. Esta forma de emisión de olores aislados suele permitir fácilmente la identificación de éstos.
- **Olor compuesto.** Es el que se percibe como efecto de una mezcla de olores primarios. En él pueden alternarse las percepciones de éstos con fenómenos de enmascaramiento y/o sinergias entre los distintos olores y no siempre es fácil de definir y de atribuir a las moléculas que lo causan. Es el caso que se da en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) y en sus zonas de influencia.
- **Cantidad de olor.** Es la mayor o menor intensidad de un olor, simple o compuesto, que es capaz de percibir el olfato humano. Se puede cuantificar midiendo la concentración de un gas oloroso capaz de ser detectada por una población de individuos según se precisará más adelante.
- **Umbral de olor.** Es la concentración de olor mínima perceptible por el olfato humano. Existe abundante documentación sobre umbrales de olores simples de diversos compuestos, distinguiéndose entre *umbral de percepción* y *umbral de identificación*.
- **Umbral de percepción** de un compuesto es la concentración mínima de compuesto detectable por el olfato humano aunque no sea posible su identificación.
- **Umbral de identificación** de un compuesto es la concentración mínima de compuesto con la que es posible su identificación. Cabe, asimismo, considerar la existencia de un umbral a partir del cual un olor se hace francamente molesto pero no se han reportado datos de este parámetro debido a lo subjetivo del concepto.
- **Umbral de exposición.** Determinados agentes odoríferos no sólo son causa de molestias olfativas sino que además resultan perjudiciales para la salud, pudiendo en muchos casos llegar a producir la muerte. La gravedad de tales perjuicios está ligada a la concentración y al tiempo de exposición del individuo al agente odorífero. Con el fin de limitar estos parámetros se han definido los conceptos de tiempo máximo de exposición y límite de concentración admisible. La legislación relativa a seguridad e higiene en los lugares de trabajo establece dos valores límite de exposición a gases de carácter tóxico:
- **Valor límite de exposición a corto término (VLE).** Es el valor que no se debe sobrepasar para una exposición máxima de 15 minutos. El respeto de este límite previene los riesgos de efectos tóxicos inmediatos o a corto término.

- **Valor límite de exposición media (VME).** Se mide o se estima para una duración de 8 horas, está destinado a proteger a las personas expuestas a una larga duración. El VME se puede sobrepasar durante cortos períodos, a condición de no sobrepasar el VLE cuando éste existe.

La tabla 1.1 expresa los valores de gases de carácter tóxico.

**Tabla 1.1. Valores límites de exposición de gases tóxicos**

Gas	VME (ppm)	VLE (ppm)
NH <sub>3</sub>	25	50
H <sub>2</sub> S	5	10
CO	35	50
NO <sub>x</sub>	25	50

Cabe, asimismo, considerar la existencia de un umbral a partir del cual un olor medioambiental, complejo, resulta claramente molesto para la población. En este sentido, el Borrador de Anteproyecto de Ley contra la contaminación odorífera, de la Generalitat de Cataluña ha propuesto unos valores de concentración de olor en inmisión que no deben ser sobrepasados.

El carácter agradable o desagradable de un olor es, desde luego, una sensación subjetiva, sensación que mediante la utilización de amplias poblaciones permite definir qué olor agrada o desagrada a una muestra de esa población. De un modo aproximado e ilustrativo, podemos afirmar algo que parece obvio: una gran proporción de la muestra de población afirmará que le desagrada el olor repugnante del pescado podrido. Otra proporción, no menos amplia, concluirá que el olor del heno, del pino, de la rosa o la azucena son olores en cuya atmósfera desearía verse envuelta.

Pero es necesario añadir un matiz importante: incluso la presencia de olores aromáticos de carácter agradable, como los perfumes, puede tornarse insoportable si la sensación que producen las moléculas odoríferas de los mismos es demasiado intensa en términos de concentración o de tiempo de exposición a su inmisión por parte del sujeto receptor.

La manera en que es evaluada la respuesta humana a un olor depende de la propiedad sensorial particular que se está midiendo, incluyendo *Concentración, Intensidad, Carácter y Tono Hedónico* de los olores. El efecto combinado de estas propiedades está relacionado con el grado de molestia que puede ser causado por los olores.

El ser humano distingue hasta 10 tipos de olores:

Madera/resina; fragancias; frutal (sin incluir los cítricos); químico; menta/pimienta; dulce; palomitas; limón; acre y putrefacto.

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, así como puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

La mayoría de las sustancias químicas huelen, pero no siempre son identificadas por toda la población ya que los umbrales de olor son muy variables y distintos entre sí, influyendo agentes externos como las condiciones climatológicas, y esencialmente el viento que transporta las partículas emitidas con sustancias químicas adsorbidas lejos de la fuente de emisión.

Los impactos por molestias de olor en el entorno de las instalaciones pueden ser causadas por emisiones directas, fugitivas o emisiones difusas:

- Emisiones directas
  - Chimeneas de desodorización  
Canalizan el aire o gases tratados procedentes del proceso industrial en el interior de la Planta industrial.
  - Motores de cogeneración (plantas de biometanización)  
La combustión del biogas generado en los digestores anaerobios provoca la emisión de PST, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, etc., debiéndose controlar periódicamente la calidad de la combustión
  - Antorcha de biogas
  
- Emisiones fugitivas
  - Edificios
  - Instalaciones exteriores
  
- Emisiones difusas
  - Almacenaje
  - Transporte de residuos
  - Suciedad
  - Red de drenaje
  - Proceso de compostaje.
  
- El paradigma del mal olor lo constituye el H<sub>2</sub>S tanto por su característico olor fétido a huevos podridos como por su bajo nivel de percepción de 1 x 10<sup>-4</sup> mg/m<sup>3</sup> (concentración a la que se percibe su presencia sin que se llegue a identificar) y nivel de identificación (concentración a la que, claramente, se puede decir que se percibe precisamente el sulfuro de hidrógeno) que es de 1 x 10 mg/m<sup>3</sup>.
- La nariz humana distingue entre más de 10.000 aromas diferentes. El olfato dispone de toda una batería de células sensoriales

La definición de un estándar de inmisión debe ser fácil de determinar, fiable, y que se pueda controlar aplicando las mejores técnicas analíticas disponibles de difusión internacional así como los recursos nacionales disponibles en España. Se trata de fijar el estándar en términos de: 1) una concentración límite; 2) frecuencia de inmisión y 3) técnicas validadas de medición. Si bien se podrán definir varios estándares dependiendo de las características del entorno, parece aconsejable establecer una

norma primaria de calidad ambiental que contenga un estándar de inmisión único para todo el territorio nacional.

## 1.2 Metodología científico-técnica

Según el borrador final del documento de referencia para la monitorización de las emisiones de la Unión Europea (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/mon.html>), los métodos reconocidos como válidos para la determinación de las emisiones de olor son:

- **Olfatometría dinámica bajo la norma UNE EN 13725:2003** y posteriormente la realización de una modelización mediante modelos matemáticos de dispersión.

Respecto a la modelización de estos datos, hay estudios de la Universidad Politécnica de Cataluña, entidad que lleva años dedicada a las investigaciones en materia de contaminación atmosférica, que se decantan por la utilización de modelos matemáticos como el TAPM (CSRIO-Australia) alegando que los modelos tipo AERMOD o CALPUFF que actualmente son utilizados por las entidades acreditadas en la norma UNE son mucho más imprecisos y las modelizaciones no se ajustan a la realidad.

- **Olfatometría de campo**, que pese a que la norma estandarizada está en desarrollo por el Comité Técnico se basa en dos tipos de medidas, "medida de la malla" o "medida de la pluma" las cuales están ya normalizadas en Alemania como normas VDI.

Consideramos que una regulación debe ser objetiva, estar normalizada y estandarizada y estar basada siempre en métodos científico-técnicos. Debiendo huir de interpretaciones subjetivas o suposiciones carentes de base científica.

En los últimos tiempos, la falta de regulación- y las limitaciones de las olfatometrías de campo a partir de la olfatometrías de laboratorio- están propiciando que se estén introduciendo nuevas metodologías de medición, mediante el uso de equipos de **medición de campo directas** (Nasal Ranger), prescindiendo de modelizaciones, y otros que deberán ser acreditadas. Será necesario equiparar las mediciones obtenidas con estos aparatos a las unidades estandarizadas europeas ( $uo_E$ ) mediante factores de conversión y cálculos adecuados para poder evaluar el cumplimiento o no de los límites impuestos en las autorizaciones ambientales integradas con esta metodología que debe ser reproducible y repetible.

Consideramos que es necesario dejar claro que, aunque se iniciara un proceso de homologación de tales equipos y se estableciese una metodología estándar para las mediciones, se deberían referenciar en la legislación los datos que se obtienen con esta metodología (D/T) diferenciándolos de las  $uo_E$

### 1.3 Evaluación de la Exposición Directa en el Aire Ambiente

Consiste en efectuar la medición de la exposición en campo, utilizando paneles de campo y utilizando la norma alemana VDI. Requiere observaciones en una cuadrícula de puntos receptores, durante 12 o al menos 6 meses, con una recogida de 26 mediciones por punto.

Es actualmente la base de la regulación de olor aplicada en Alemania con arreglo a los siguientes criterios:

<10% "Horas de Olor" para receptores de zonas residenciales

< 15% "Horas de Olor para los receptores en zonas de uso industrial"

Proporciona un análisis cuantitativo base para las decisiones sobre una exposición aceptable. La amplia experiencia que proporciona está limitada a Alemania sin que sea utilizable como herramienta de predicción para nuevas instalaciones.

### 1.4 Aplicación de las Diferentes Metodologías Conceptuales

A continuación se resume la aplicación de las diferentes metodologías conceptuales empleadas en algunos Países de la Unión Europea.

Metodologías conceptuales	Bélgica	Alemania	España	Irlanda	Países Bajos	Reino Unido
Establecimiento del objetivo					+	+
Normas para reducción y estándares de mitigación	+	+			+	
Calidad del aire-Evaluación en emisión (incluye modelación)	++		++	++	++	++
Calidad del aire-Evaluación en campo		++				



## 2. PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA LA REGULACIÓN DE OLORES EN ESPAÑA

### 2.1 Situación actual

La problemática actual causada por actividades de tratamiento de aguas residuales y eliminación de residuos sólidos urbanos, entre otras, hace necesaria la reglamentación de la contaminación por olores. Esta reglamentación protegería a los ciudadanos y al medio ambiente y establecería un marco jurídico claro tanto para proteger los derechos de los ciudadanos como de los operadores de estas instalaciones.

Es vital establecer una metodología clara, científica y siempre basada en el principio de prevención y protección de los ciudadanos y del medio ambiente.

Bajo el punto de vista de este Grupo de Trabajo, este problema, por falta de una legislación específica, ha adquirido unas dimensiones socio-económicas y políticas insostenibles, y actualmente la mayoría de conflictos pasan por un tratamiento mediático, no siempre con el debido rigor científico, y acaban en los tribunales<sup>2</sup>, los cuales tampoco tienen herramientas en las que basar sus juicios, lo que genera litigios interminables que consideramos son perjudiciales tanto para los ciudadanos como para los operadores de las instalaciones industriales y las de eliminación de olores.

Consideramos que la única forma adecuada de abordar esta problemática es considerar, por un lado, la parte científica de metodología de medición, de manera absolutamente objetiva, exenta de cualquier interés comercial, y ponerla al servicio de las Administraciones del Estado para la resolución de los problemas de índole político-social de su incumbencia mediante las herramientas científicas y técnicas que pone a su disposición este Grupo de Trabajo. Éste es nuestro objetivo desde que venimos participando en CONAMA en 2010.

**En años anteriores, este Grupo de Trabajo, ha centrado su discurso, principalmente, en la contaminación odorífera asociada a la conducción y tratamiento de las aguas residuales.** En la edición actual hemos considerado oportuno, extender nuestro estudio a la problemática del tratamiento de residuos sólidos urbanos.

### 2.2 Regulación para las actividades de tratamiento de residuos

- **Control y seguimiento de las instalaciones metropolitanas: quejas y métodos de análisis olores<sup>3</sup>**

Desde la presentación del Borrador de Anteproyecto en 2005 de la Ley de la Generalitat de Cataluña no se ha elevado a rango de Ley el citado documento, si bien una parte de su normativa se está utilizando en los proyectos de EDAR y vertederos de RSU (Residuos Sólidos Urbanos). Concretamente, se viene especificando los límites de inmisión establecidos en 3, 5 y 7 uo<sub>E</sub><sup>1</sup>/m<sup>3</sup>. Los criterios del citado Anteproyecto se vienen aplicando en otras comunidades como Andalucía, Valencia, Galicia y Murcia. Sin embargo hace falta que las autoridades impriman rango de Ley a dichos criterios para regularizar una situación que se hace insostenible ante el elevado número de quejas, y consiguientes litigios judiciales hasta el momento.

---

<sup>1</sup> Unidades Odoríferas

El Área Metropolitana de Barcelona (AMB), según la Ley 31/2010 del 3 de agosto, es la organización institucional de la conurbación de Barcelona y los 35 municipios de su entorno más próximo, que sustituye a las tres entidades metropolitanas vigentes hasta el momento (Mancomunidad de Municipios del I Área Metropolitana de Barcelona, Entidad del Medio Ambiente y Entidad Metropolitana del Transporte) con las competencias transferidas y adquiriendo nuevas competencias.

El AMB gestiona infraestructuras de residuos sometidas a la ley 20/2009. Las instalaciones de tratamiento de aguas gestionadas por AMB, no están sujetas a las figuras de intervención que establece la citada ley ni a cualquier acto de control preventivo municipal, según artículo 84 de la Ley 7/1985 de 2 de abril, reguladora de las bases de regímenes locales, pese a que están sometidas al anteproyecto de ley de contaminación odorífera.

Esta organización, AMB, por su compromiso con el entorno y la sociedad, recogido en una de sus nuevas competencias concedidas en la Ley 31/2010, el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB), está trabajando con diferentes metodologías en función de la tipología de actividad y sus casuísticas para tener una estimación aproximada de las inmisiones de olores que estas producen según las metodologías establecidas en el punto 3 del Anexo 2.b del anteproyecto de ley de contaminación odorífera.

Debido al hecho que no hay una normativa estatal respecto los límites a cumplir de las inmisiones olfativas, que éstas dan lugar a quejas, que no hay una metodología clara de cómo evaluar las inmisiones de olores, nos encontramos con diferentes metodologías de análisis y disparidad de resultados.

**Por todo ello creemos necesario regular a través de una ley este aspecto ambiental.**

En el caso de las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos la contaminación por olores es solo uno de los aspectos a tener en cuenta en el problema social generado ya que las políticas seguidas por muchas administraciones autonómicas de falta total de control de las explotaciones de este tipo se traducen en el rechazo social hacia estas instalaciones sumándole además el fenómeno "not in my back yard", lo que quiere decir que nadie quiere una instalación de este tipo cerca de su propiedad.

Las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos pueden ser de distintos tipos y tener o no las secciones que a continuación vamos a enumerar. Se describe a continuación brevemente una instalación de tratamiento y eliminación de residuos para ofrecer una idea de los procesos productivos que pueden generar olores.

Una instalación modelo de tratamiento y eliminación se compone de los siguientes procesos:

- Recepción: puede ser en forma de fosos de recepción o playas de descarga donde el residuo se almacena para poder alimentar las líneas de tratamiento mecánico/manual.
- Selección: este proceso suele ser una combinación de maquinaria y cabinas manuales de triaje donde se extraen todos aquellos subproductos recuperables (plásticos, metales, cartón...) y se separa la materia orgánica.
- Tratamiento de la materia orgánica: normalmente estas instalaciones se dotan de dos procesos paralelos de tratamiento de la materia orgánica, de manera aerobia (proceso de compostaje) o anaerobia (proceso de biometanización).

- Eliminación: la fracción resto no recuperable se depositará en vertedero de cola controlado.

Los proyectos actuales normalmente incluyen las mejores técnicas disponibles (MTD) que, aparte de la operativa, se basan en el completo cerramiento de estos procesos y el mantenimiento en ligera depresión de estas naves obteniendo un efluente que posteriormente se trata (mediante procesos fisicoquímicos o biológicos) y la emisión se produce mediante focos canalizados. Sin embargo, las instalaciones que incluyen depósito final tienen un foco de emisiones difusas que no es tan sencillo de controlar pese a que se mantengan las mejores técnicas disponibles (desgasificación en operación, tapado del frente de vertido,...) y la cantidad de materia orgánica depositada sea la mínima.

Para instalaciones que únicamente tengan emisiones canalizadas consideramos que la metodología óptima de medición y estimación de las emisiones de olor es la olfatometría dinámica y la modelización posterior ya que las emisiones difusas son despreciables y se puede obtener un resultado muy similar a la realidad. También puede ser válida la utilización de olfatómetros de campo.

Para instalaciones que incluyan focos difusos (vertederos) consideramos que es necesario complementar esta metodología, siempre y cuando existan problemas graves de olores, siendo necesario recalcar la palabra "grave" ya que aunque la ubicación de la instalación cumpla la medida de distanciamiento, siempre puede haber casos aislados de ciudadanos que se sientan objetivamente molestos por la percepción de olores. Si bien, a nuestro juicio, el "olor 0" para el 100% de los ciudadanos es un objetivo que ningún país del mundo se plantea, y a esta cuestión se le suma la de que haya población más tolerante o menos.

Sí que es cierto que para descartar si el problema es grave o no, debemos comprobar, al menos, que las emisiones de las instalaciones no sean perjudiciales para la salud lo cual es bastante sencillo si pensamos en que los compuestos químicos peligrosos sí que están definidos y se pueden medir con métodos objetivos de laboratorio, bien sea por células electroquímicas, métodos de captación de bajo volumen, u otros.<sup>4</sup>

### **2.3 Principales industrias potencialmente generadoras de Contaminación Odorífera**

Los principales sectores industriales propicios a la contaminación odorífera por las emisiones gaseosas a la atmósfera, son:

- Productos minerales no metálicos
- Alimentación, bebidas y tabaco
- Material transportable
- Coquerías, refino de petróleo y químicas
- Productos metálicos
- Otras industrias manufactureras
- Papel, artes gráficas y edición
- Maquinaria y equipo, óptica y similares

- Manufacturas de caucho y plástico
- Textil y confección
- Calzado y cuero
- Producción

Para cada uno de estos sectores existen diferentes prácticas de gestión que se pueden aplicar para reducir y minimizar la producción de olores.

✓ **Industria agroalimentaria.**

En los sectores de alimentación, bebidas y leche, los principales contaminantes atmosféricos son el polvo y el olor, dado el carácter perecedero de sus materias primas o de su almacenamiento prolongado. En consecuencia se puede producir la descomposición de la materia orgánica siendo la principal fuente de mal olor en este tipo de industria.

Veamos algunas de las industrias de este sector más características.

✓ **Industria cárnica.**

En este tipo de industria destaca como más específicas los mataderos, sala de despiece o elaboración de productos cárnicos curado y cocidos entre otros. Las fuentes de olor en mataderos pueden ser múltiples, ya que procesan gran cantidad de materia orgánica en forma sólida, tanto en las aguas residuales generadas en los diversos procesos, tales como:

- en el escaldado y flameado ya que emiten gases malolientes
- en la recepción de los animales, que muchas veces acompañan deyecciones sólidas y líquidas, estiércol y otros residuos
- durante el tratamiento de los efluentes líquidos.

Para minimizar las emisiones de olores en este sector convendrá aislar térmicamente los tanques de escaldado, evitar el estancamiento del agua residual, contar con un sistema adecuado para la gestión de residuos, almacenamiento de los subproductos y evitar el vertido directo de los lixiviados producidos.

✓ **Industria de fabricación de azúcar.**

El proceso de fabricación del azúcar de caña consta de las siguientes etapas:

- Cosecha
- Almacenaje
- Picados de la caña
- Molienda
- Clarificación
- Evaporación

- Cristalización
- Centrifugado
- Secado
- Envasado

El olor más común se genera durante el proceso de secado de la materia prima. Este olor se produce durante la caramelización por evolución de los elementos orgánicos volátiles procedentes de los azúcares.

Otra fuente de olor se debe a las emisiones generadas por la descomposición de la materia orgánica en las balsas de almacenamiento de las aguas residuales.

La fabricación de azúcar implica el uso de productos químicos sólidos, bagazo y otros contaminantes. El bagazo es utilizado como combustible para calderas, generando óxidos de nitrógeno y otros gases tóxicos.

Finalmente, otra fuente de emisión de olor la constituye el proceso de paletizado de la pulpa. El olor se dispersa debido al polvo que se genera en este proceso.

Se pueden mejorar los niveles de inmisión de compuestos olorosos mediante una menor adición de melazas y temperaturas menores de secado. Empleándose otras tecnologías, como la condensación o la depuración dará como resultado una fuente de olor más baja.

✓ **Industrias cerveceras.**

La cerveza es la bebida resultante de fermentar, mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada (sólo o mezclado con otros productos transformables en azúcares por digestión enzimática) tras su cocción y aromatizado con lúpulo: la malta se obtiene mediante la germinación, desecación y tostado de la cebada.

Para fabricar la cerveza son necesarias cinco materias primas: malta, agua, levaduras, lúpulo y adjuntos que se añaden para aumentar su contenido en almidón y por tanto el porcentaje de azúcares fermentables (arroz, maíz, trigo, tapioca, azúcares).

El proceso de elaboración del mosto requiere las siguientes etapas: Molienda, Maceración, Filtración, Cocción, clarificación del mosto, enfriamiento.

El proceso de cocción y depuración de las aguas residuales es la fuente de olor más importante en la industria cervecera. El vapor de las aguas de cocción arrastra diferentes compuestos volátiles presentes en la materia prima y posteriormente son emitidos a la atmósfera. En la actualidad se recuperan estos vahos de cocción. Por un lado, su condensación evita que los compuestos causantes del olor sean emitidos a la atmósfera y además se aprovecha el valor energético de estos vahos.

Otras fases dentro del proceso productivo con problemas de olores son la molienda así como en los procesos de fermentación, curado/maduración, filtración y envasado

Otros contaminantes que generan malos olores como amoníaco y ácido sulfhídrico provienen normalmente del agua de drenaje que deben depurarse en una EDAR.

✓ **Industria química.**

En los procesos a temperaturas no extremas como la producción, manejo o elaboración, se concentran emisiones de contaminantes como compuestos orgánicos volátiles, disolventes, haluros de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, amoníaco o monóxido de carbono, así como partículas de polvo.

Como en la mayor parte de las industrias, existen también los problemas derivados de los malos olores del tratamiento de las aguas residuales.

Los procesos de incineración a alta temperatura generan partículas en forma de cenizas y polvo, que contiene hollín y óxidos metálicos. Además se generan gases de combustión con fuerte olor como haluros de hidrógeno, óxido de azufre y compuestos de nitrógeno-oxígeno.

Existen técnicas que eliminan de una forma efectiva los olores. Las técnicas más importantes son la condensación, la adsorción y el lavado de gas por vía húmeda.

Concretamente, las técnicas de eliminación de gases más efectivas para la eliminación de olores de la industria química son la biofiltración y el biolavado.

Algunas de las industrias susceptibles de generación de olores dentro del sector químico son: las plantas de mezclado de hormigón, las plantas de producción de azufre (proceso Claus), la producción de fertilizantes con base nitrógeno, la producción de amoníaco y las refinerías.

✓ **Industria del papel.**

Las etapas del proceso de la fabricación de papel, se pueden resumir en:

- Refinado de la pasta para desfibrar
- Encolado (adición de cola)
- Cargas (productos en polvo para dar cuerpo al papel)
- Pigmentos para dar opacidad y blancura
- Coloración (adición de colorantes)
- Agente de blanqueo óptico
- Ligantes (ligar fibras con aditivos como almidón, látex alcohol polivinílico)

En el sector de la fabricación del papel, las emisiones de compuestos que generan olores se deben principalmente a la generación de aguas residuales y a las aguas de proceso, con alta carga orgánica, que permiten la proliferación de microorganismos que en determinadas condiciones de temperatura y pH y deficiencia de oxígeno (condiciones anaerobias), producen ácidos grasos volátiles (acético, butírico, propiónico y valerianico) los cuales son causantes de olores. Por otra parte, las bacterias sulforeductoras generan ácido sulfhídrico.

Para solucionar estos problemas asociados a la generación de estos olores se ha de reducir la actividad bacteriana con una buena oxigenación en todos los

sistemas en que haya agua con alta carga orgánica o empleando biocidas o adicionando nitratos para asegurar que no se forman sulfuros.

Especial atención se debe dar al tratamiento de las aguas residuales, ya que están cargadas de materia disuelta y de materia coloidal que producen una gran cantidad de lodos.

✓ **Textil y calzado.**

La industria textil utiliza una serie de productos y procesos que son susceptibles de riesgos para el Medio Ambiente.

Se caracteriza por:

- elevado consumo de agua y vertidos con cargas contaminantes
- gran diversidad de sustancias químicas utilizadas (colorantes, detergentes, blanqueantes, tintes, colas, disolventes)
- gran volumen de aguas residuales
- emisiones de COV generados por la aplicación de los citados productos, algunos de elevada toxicidad.

Las principales actividades en el proceso textil, son:

- Hilatura
- Tejeduría
- Acabados
  - Lavado
  - Tejido. Emisiones de COV
  - Desencolado. Emisión de vapores y aerosoles de la aplicación
  - Blanqueo. Aerosoles de la aplicación por los productos utilizados
  - Tintura. Emisión de aerosoles
  - Estampación. Emisión de COV , otros vapores, aerosoles
  - Acabado. Emisión de vapores ácidos y otros COV

La industria ha venido adaptando dentro de sus procesos productivos descritos, diferentes tecnologías que eliminan estos olores, tales como técnicas de condensación (intercambiadores de calor), técnicas de absorción (scrubbers húmedos), técnicas de separación de partículas (precipitadores electrostáticos, ciclones, filtros de mangas), técnicas de adsorción (carbón activo), etc.

✓ **Actividades ganaderas**



Los olores proceden de las diferentes actividades que se de las granjas como por ejemplo la gestión de los alojamientos, manejo y almacenamiento de los purines en su aplicación al suelo o de los propios animales muertos.

Las emisiones que más problemas causan por malos olores en las explotaciones ganaderas son el ácido sulfhídrico y el amoníaco. El  $H_2S$  se genera en condiciones de anaerobiosis por descomposición bacteriana de la materia orgánica con azufre y las heces. Y el  $NH_3$  proviene de la eliminación del N de los animales a través de la orina y las heces. Del total de N suministrado a los cerdos en forma de proteína de dieta, únicamente entre un 20% y un 40% es retenido por el animal.

Para el control de olores y su minimización han de tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Correcto diseño de la canalización de aguas limpias y sucias evitando que ambas se mezclen y se produzcan vertidos accidentales
- Cubrir las balsas de purines o aguas residuales con lonas flotantes
- El almacenamiento de los piensos se deben contener en tanques o silos
- Evitar derrames de piensos cuando se le proporcione al ganado
- Canalización de los lixiviados
- Disminuir la cantidad de proteínas en el pienso de los animales para reducir el N excretado y por tanto el  $NH_4$ .
- Previamente a la aplicación del estiércol, se debe consultar el parte meteorológico para predecir lluvias y la dirección e intensidad del viento.
- Las tecnologías de tratamiento de olores que más se utilizan en las explotaciones ganaderas son las cubiertas biológicas y los biofiltros. La digestión anaerobia de los purines puede ser aprovechada mediante la producción de biogás para generar electricidad y poder autoabastecerse en la explotación.

#### ➤ Estaciones de depuración de aguas residuales industriales (EDARs)

Por regla general las industrias que emplean agua en sus procesos productivos se generan aguas residuales cuyos contenidos en materia orgánica (DQO, DBO5) dependerán del tipo de actividad industrial.

Estas aguas han de recogerse y enviarse a la EDAR de la Planta para su tratamiento físico-químico o biológico, o ambos.

Normalmente los procesos que se llevan a cabo con los equipos y maquinaria correspondiente suelen ser:

- Tratamiento físico químico
  - Balsa de recogida de las aguas residuales
  - Reja de desbaste
  - Tamizado



- Ajuste de pH en depósito de recogida
- Dosificación de reactivos (coagulantes y floculantes seleccionados)
- Eliminación de sólidos sedimentables
- Eliminación de sólidos floculados mediante flotación (DAF) o cavitación

➤ **Tratamiento biológico**

- Biológico aerobio abierto a la atmósfera con suministro de aire a la balsa biológica y recirculación de fangos
- Biológico anaerobia en depósito cerrado
- Tratamiento de fangos de la DAF y biológicos
- Recogida de fangos y dosificación de reactivos
- Centrifugación de los fango
- Recogida y transporte por un gestor autorizado de residuos

Como causas principales de generación de olores en las EDARs, podemos señalar:

- Mal diseño de la Planta (caudal, carga orgánica, instalaciones de tuberías y bombas, equipos no adecuados o insuficientes)
- Deficiencias en la operación de la Planta (control de pH y otros parámetros, dosificación de reactivos, acumulación de lodos, falta de O<sub>2</sub> en la balsa biológica aerobia, etc.
- Mantenimiento defectuoso

➤ **Compuestos que producen malos olores:**

Los compuestos volátiles responsables de los malos olores en drenajes y plantas de tratamiento son resultado de la descomposición microbiológica de la materia orgánica contenida en el agua residual.

Clasificación de estos malos olores:

- Gases inorgánicos que incluyen el H<sub>2</sub>S y el NH<sub>3</sub>
- Ácidos, como el acético, láctico y butírico
- Los altamente tóxicos, como el indol, escatol, sulfuro de dimetilo, mercaptanos, etc. que quedan enmascarados con un fuerte olor a sulfhídrico.

➤ **Sistemas y mecanismos para el tratamiento y eliminación de los malos olores:**

- Físico-químicos y biológicos
  - Absorción, adsorción, oxidación técnica/química, filtración, centrifugación, electrofiltración, etc.
- Biológicos
  - Biofiltración
  - Biolavadores
  - Biofiltros percoladores o de lecho escurrido.
  
- Costes del tratamiento para eliminación de olores.

Generalmente las técnicas físico-químicas requieren mayores costes de inversión y de operación que las técnicas de tratamiento biológicas.

Dentro de estas últimas, en general los biofiltros presentan una inversión y costes de operación más bajos sobre todo cuando hay que tratar grandes volúmenes de gas con bajas concentraciones de contaminantes.

- **Tecnología y equipos.**

El uso de tecnología adecuada para cualquier proceso industrial, así como el tratamiento de las aguas residuales para aminorar la contaminación odorífera, permite optimizar el rendimiento de los procesos impidiendo la generación de mayor cantidad de residuos, vertidos, y emisiones al medio ambiente que pueden contribuir a la producción de malos olores. La tecnología utilizada en cada caso es muy específica dependiendo del sector e incluso del tipo de industria.

### 3. **LEGISLACION.**

Actualmente la Normativa existente en otros países se basa principalmente en la regulación del impacto odorífero originado por las actividades industriales y ganaderas.

En España hay ordenanzas municipales y comunitarias que abordan la problemática de los olores de una forma genérica. Por lo tanto, la actuación en el caso de que existan episodios de contaminación odorífera es compleja, y requiere de la implicación de las administraciones públicas y la de los ciudadanos.

Según la Norma UNE-EN-13725, el olor “es una propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando respira determinadas sustancias volátiles”.

La Norma VDI 3882 evalúa el tono hedónico de un olor en una escala que va desde muy desagradable (más de 4) pasando por neutro y hasta desagradable (menos de 4, olor a carne podrida).

- ✓ Legislación aplicable a nivel nacional
  - Ley 16/2002 (IPPC)
  - Ley 27/2007 de responsabilidad ambiental (quien contamina, paga)
  
- ✓ Legislación aplicable a nivel autonómico
  - Borrador de anteproyecto de ley contra la contaminación odorífera (Generalitat de Catalunya)
  
- ✓ Legislación aplicable a nivel municipal: Ayuntamientos
  
- ✓ Vías judiciales aplicadas a la contaminación odorífera

**Todas estas leyes limitan la emisión de sustancias gaseosas por su carácter nocivo, en general, para la salud pero tan solo el Borrador de anteproyecto de ley contra la contaminación odorífera (Generalitat de Catalunya) lo hace atendiendo específicamente a este tipo de contaminación, a pesar de lo cual lleva arrumbada desde 2005 sin que desde entonces se le haya tomado como modelo para imbrirla el carácter de Ley a nivel estatal.**

### **3.1 Legislación sobre la contaminación odorífera en diversas Comunidades Autónomas de España**

#### **➤ La contaminación odorífera en la Comunidad de Madrid.**

La Dirección General de Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación Territorial de la Comunidad de Madrid ha elaborado un detallado informe técnico sobre seguimiento de Autorización Ambiental Integrada (AAI), por aplicación de la Ley 16/2002 de 1 de julio de prevención y control integrados de la contaminación. Este estudio concreta el concepto de contaminación en lo que se refiere a la emisión de olores en las instalaciones IPPC de la Comunidad de Madrid.

De manera general, en la AAI de las instalaciones que presentan alguna de las instalaciones que han sido objeto de estudio e inspección, se ha especificado el cumplimiento de normativas cuya aplicación tiene un efecto directo sobre las emisiones atmosféricas de los compuestos que originan las emisiones de olor, tales como:

- Reglamento (CE) nº 1774/2002, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre, por el que se establecen las normas sanitarias

aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano.

- RD 653/2003, de incineración de residuos.

### ➤ **La contaminación odorífera en la Generalidad de Cataluña**

Borrador del Anteproyecto de Ley contra la Contaminación Olorífera de octubre de 2005.

De acuerdo con el Preámbulo del Anteproyecto, los olores son un factor considerado también en el sistema de prevención y control establecido en la Ley 3/1998 de intervención integral de la Administración Ambiental de la Generalidad de Cataluña, por lo tanto su regulación se debe llevar a cabo respetando ese régimen aplicable a de intervención administrativa en el caso de las actividades incluidas en su ámbito de aplicación. El Anteproyecto de Ley también regula el régimen aplicable a las actividades no incluidas en el anexo de la Ley 3/1998, tanto en cuanto a actividades sujetas a la intervención como a otras prácticas.

El objetivo de la Ley es la regulación de las medidas necesarias para prevenir y corregir la contaminación atmosférica, que afecta a la población y establecer el régimen de intervención administrativa correspondiente.

Define la contaminación atmosférica como concentración de olor en el aire ambiente superior a 10 uo<sub>E</sub> que conlleva molestias para las personas o superior a los valores del objetivo de inmisión de olor establecidos en el Anexo 3 para actividad de este anexo. *Agrega que concentración de olor es el número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales.*

Las finalidades de la Ley son:

- 1) protección de las personas contra esta clase de contaminación, previendo y reduciendo en su origen las emisiones.
- 2) garantizar la protección de derecho a la intimidad, evitando la intrusión del olor en el ámbito domiciliario de las personas.

La Ley se aplica a:

Instalaciones ganaderas, gestores de residuos, industria química, refinerías de petróleo y de gas, agroalimentaria (mataderos, procesamiento de carnes, destilación y refinado de productos de origen vegetal y animal); tueste y procesado de café o cacao; cerveceros; ahumado de alimentos; hornos industriales de pan, pastelería y galleta; secado de cereales; fábrica de pasta de papel y otros cuya actividad no esté incluida en los anexos de la Ley 3/1998 y no prevista anteriormente que pueda generar olores: sistemas de saneamiento de aguas residuales, instalaciones comerciales generadoras de olor, almacenamiento y transporte, carga y descarga de materias odoríferas, y cualquier otra actividad que pueda generar olores, como prácticas domésticas, acumulación de materiales o sustancias putrescibles o fermentables.

Y todas las actividades susceptibles de emitir sustancias odoríferas no incluidas en el Anexo 1 de esta Ley.

- **Valores objetivo de inmisión de olores.**

Los valores objetivos de inmisión de olor establecidos en el Anexo 3, aplicados en las zonas residenciales del área de afectación, según se indica a continuación:

ACTIVIDAD	Valor objetivo de inmisión (Percentil 98 de las medias horarias durante un año)
Actividad de gestión de residuos según especifica el punto 1 del anexo 1) Aprovechamiento de subproductos de origen animal destilación de productos de origen vegetal y animal Mataderos Fabricación de pasta de papel	3 uo <sub>E</sub> / m <sup>3</sup>
Actividades ganaderas Procesado de la carne Ahumado de alimentos Aprovechamiento de subproductos de origen vegetal Tratamiento de productos orgánicos Sistemas de saneamiento de aguas residuales	5 uo <sub>E</sub> / m <sup>3</sup>
Instalaciones de tueste / procesado de café o cacao Hornos de pan, pastelerías y galletas Cerveceras Producción de aromas y fragancias Secado de productos vegetales Otras actividades del Anexo 1 de esta Ley	7 uo <sub>E</sub> / m <sup>3</sup>

Este Anteproyecto se completa con las siguientes valoraciones:

- ✓ Metodología para determinar los valores de inmisión de olores generados por una actividad (Anexo 3, Apartado B).
- ✓ Criterio de contabilidad (Anexo 3, Apartado C)
  - Control
  - Inspección
- ✓ Zonas de olor de régimen especial
- ✓ Régimen sancionador
  - Infracciones muy graves
  - Infracciones graves

- Infracciones leves
  - ✓ Responsabilidad
  - ✓ Medidas provisionales
  - ✓ Sanciones
  - ✓ Graduación de las sanciones
  - ✓ Multas coercitivas
  - ✓ Procedimiento
  - ✓ Competencia

✓ **La contaminación odorífera en Castilla-León**

La junta de Castilla y León está imponiendo la necesidad de practicar estudios olfatométricos en algunas de sus Autorizaciones Ambientales Integradas.

La metodología de muestreo que se vaya a emplear debe estar acreditada según UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 y el método empleado en el contemplado en la Norma EN 13725 “Calidad del Aire”, Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”.

✓ **La contaminación odorífera en la Región de Murcia<sup>5</sup>**

La Consejería de desarrollo Sostenible y Ordenación del territorio elabora una recopilación de la información existente sobre Contaminación Olorífera reflejada en un documento cuyo contenido es el siguiente:

- Normativa metodológica que se debe aplicar para los estudios de olfatometría en emisión e inmisión.
- Contenido mínimo que se debe contemplar en estudios de impacto ambiental y memorias ambientales de actividades potencialmente generadoras de contaminación ambiental por olores en la Región de Murcia.
- Recopilación de las Mejores Técnicas Disponibles, MDT, y buenas prácticas de gestión publicadas para prevenir y corregir la contaminación odorífera en las distintas actividades e infraestructuras de la Región de Murcia.
- Estudio del ámbito competencial y propuesta de valores límite para ser aplicados en materia. Estudio de los aspectos que deben ser regulados a nivel normativo para prevenir y corregir la contaminación odorífera.
- Determinación de tipos de actividades e infraestructuras de la Región de Murcia potencialmente generadores de contaminación ambiental por olores.

Las normativas previstas para su aplicación son las que corresponden a la UNE-EN-13735 y la VDI 3940 así como técnicas de Química Analítica junto con la valoración de la posibilidad de utilización de las narices electrónicas.

A la vista de la situación de los sectores industriales determinados se establecerán los valores límites que se aplicarán en materia de contaminación odorífera. El plan de trabajo se complementa con estudios olfatométricos y con medidas de Química Analítica.

#### ✓ **La contaminación odorífera en Galicia** <sup>6</sup>

El Diario Oficial de Galicia nº 252 L, 31 diciembre 2002, relaciona la legislación vigente en la Comunidad en materia de protección ambiental de la atmósfera que se corresponden con la legislación de la CE y su transposición a la de España. El establecimiento de límites en la emisión de contaminantes atmosféricos se señalan en el Anexo.

El Ayuntamiento de la Coruña ha remitido al Grupo de Trabajo un exhaustivo informe sobre las acciones de control y prevención de contaminación odorífera que ha desplegado en su territorio<sup>7</sup>. El aspecto más relevante de ese informe consiste en la atención que el citado Ayuntamiento ha prestado a la inmisión mediante medidas de campo con la utilización de la norma DIN-3940.

El objeto del documento “Protocolo de Actuación para la investigación de eventos de olor origen industrial en la ciudad” es describir el procedimiento que ha de seguir el personal de la Policía Local integrante del *grupo de panelistas* del Dispositivo de Olores Molestos de A Coruña (DOMO) que han de realizar mediciones olfatométricos de campo para la investigación de eventos de olor de origen industrial de conformidad con la norma VDI 3940. Este procedimiento resulta de aplicación al proceso de detección, comunicación, investigación e informe de episodios de olor de origen industrial que se produzcan en el término municipal.

En la representación gráfica realizada sobre cartografía municipal de la zona de afección del evento, se sombrea las cuadrículas de la malla en las que se haya detectado el olor, asignando a cada cuadrícula el color que le corresponda de acuerdo con el tono hedónico (intensidad baja en amarillo, media en verde y alta en rojo)<sup>8</sup>.

#### ✓ **La contaminación odorífera en Asturias**

La Conserjería de Medio Ambiente ha manifestado que: “al día de hoy en Asturias no existe de forma oficial ninguna actuación que controle o cuantifique la contaminación odorífera en parte alguna de su territorio porque no existe nada legislado sobre la materia”.

Existe en general sensibilidad de varios núcleos de población por este contaminante, pero no se dispone de criterios normativos de actuación, y en consecuencia de valoración y medida para tomar alguna posición al respecto.

Se han recibido a lo largo de los últimos años quejas relacionadas con la contaminación odorífera de actividades industriales concretas (Papelera ENCE, Industrias cárnicas, Siderúrgica Arcelos, residuos, fangos de depuradoras,

industrias de fertilizantes CHEMASTUR), y en menor medida otros episodios puntuales, pero es difícil por parte de las autoridades medioambientales satisfacer una reclamación en base a una normativa legal que queda reducida de forma legal al RAMIMP <sup>2</sup> como documento orientativo. Se han hecho estudios olfatómicos encargados por diversas industrias, como las citadas, y dada la poca información en esta materia, quedan pendiente de resolución hasta que no se pueda aplicar una legislación específica contra la contaminación odorífera.

#### ✓ **La contaminación odorífera en Castilla-La Mancha**

Las Autorizaciones Ambientales Integradas, AAI, especifican valores de emisión de contaminantes atmosféricos tolerables, pero ni siquiera se fija un valor mínimo, lo que deja sin posibilidad legal de dictaminar sobre la procedencia o improcedencia de cualquier posible queja. Situaciones como esta avalan la necesidad perentoria de disponer de una legislación específica estatal específica sobre olores.

#### ✓ **La contaminación odorífera en la Comunidad Valenciana**

La Consellería de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana ha elaborado una "Guía de Tecnologías Limpias en el ámbito de Olores" que tiene como objetivo permitir a las empresas de diversos sectores conocer las tecnologías existentes para caracterización y medición de las emisiones odoríferas, desarrollando las técnicas de prevención y reducción de olores. Sin embargo la abundante legislación genérica sobre contaminación atmosférica, en ninguna de las leyes se incluye un apartado específico para las emisiones odoríferas. La legislación es extremadamente difusa, siendo al final los entes locales los que se ven enfrentados al problema derivado de las protestas de tipo social por contaminación odorífera, y en consecuencia se recurre reiteradamente al Borrador del Anteproyecto de Ley contra la Contaminación Odorífera de Cataluña, tomándolo como modelo para una futura legislación autonómica y estatal.

#### ✓ **La contaminación odorífera en Andalucía**

En septiembre de 2009, la Junta de Andalucía presenta un Proyecto de decreto por el que aprueba el reglamento de calidad de medio ambiente Atmosférico, precisando en su Artículo 3 las Disposiciones generales del Título 1 el concepto de olor y el de concentración de olor dentro del contexto en que se considera a los malos olores como un agente de contaminación atmosférica. En su Anexo VIII, 1. Métodos de referencia estándar para emisiones atmosféricas, señala la norma UNE-EN 1375 Calidad del aire.

---

<sup>2</sup> Reglamento de Actividades Molestas Insalubres Nocivas y Peligrosas, preconstitucional (1961), que no obstante, se aplica aun en algunos municipios.



### ***Determinación de olor por olfatometría.***

Sin embargo el borrador en cuestión no establece valores límite de emisión ni de inmisión, a diferencia de la norma de Cataluña, ni tampoco relaciona actividades de la región susceptibles de generar contaminación odorífera.

Con todo es preciso reconocer que el Proyecto de decreto por el que se aprueba este reglamento de calidad de medio ambiente Atmosférico constituye un positivo avance de cara al establecimiento de una legislación específica sobre olores.

#### **✓ La contaminación odorífera en el País Vasco**

El Centro de Gestión de Residuos de Guipúzcoa ha elaborado (2009) el Proyecto técnico “Estudio de impacto ambiental del Centro de Gestión de Residuos de Guipúzcoa”, que en su anejo 6 se centra en el impacto ambiental de la contaminación odorífera.

Como valores de referencia toma los del anexo 3 del primer borrador del Anteproyecto de Ley de la Generalitat de Catalunya, ante la inexistencia de una legislación específica sobre olores en el País Vasco. Como consecuencia, en cada caso particular se establecen los límites de olor en la licencia de funcionamiento en función de la concentración de olor en inmisión y molestias de la población, ya que depende en cada caso de diversos factores, como la duración de la exposición, tipo de olor, características de cada persona, entorno social, etc.

A falta de una legislación específica sobre olores el proyecto se basa en el impacto ambiental utilizando al mismo tiempo, de forma provisional, los valores de objetivo de inmisión del Anteproyecto catalán.

#### **➤ Conclusiones sobre las Comunidades Autónomas**

Como se puede ver, cada Comunidad Autónoma se rige por Normas propias.

Todo ello es debido a no existir “todavía” una Ley nacional que regule la contaminación odorífera en todos los ámbitos y lugares de España, a la cual puedan acudir empresas, industrias y ciudadanía para saber si el impacto ambiental producido por la emisión de malos olores de una industria en función de la inmisión, cumple o no dicha Ley para que la fuente generadora de los malos olores la conozca y así adaptarse a ella para no sobrepasar los límites que generarían un impacto ambiental indeseable.

## **3.2 Propuesta para definir la regulación**

Basándonos en el Anteproyecto de Ley de Contaminación por olores de la Generalitat de Catalunya complementaría sobre todo la parte de instalaciones existentes donde existan quejas por olores.

Si se cumplen los límites impuestos mediante la realización de olfatometría dinámica pero hay quejas, se realizarán mediciones en inmisión en los límites de las instalaciones, de compuestos contaminantes que puedan producir olores molestos

mediante "narices electrónicas" con sensores multigases u otros métodos químicos estandarizados ( $H_2S$ ,  $NH_3$  y COVs, etc...)

Tendríamos que referenciar los límites de estas sustancias que determinarían si la situación es "grave" o no.

Si la situación es "grave" la administración debe obligar a la empresa a tomar medidas y si no varía la situación actuar como proceda.

Si la situación no es grave y, sin embargo, sigue habiendo quejas, la administración debe realizar estudios de inmisión basados en la olfatometría de campo normalizada (según las normas VDI que, al parecer, son las precursoras de la futura norma UNE) para determinar si se debe detectar "zona de olor de régimen especial" tal y como define el Anteproyecto de Ley o el problema es de tipo político, social o económico en vez de medioambiental. <sup>9</sup>se sugieren dos posibles causas:

- El problema es objetivo y real y hay otros factores que causan las incidencias por lo que la Administración debe realizar estudios de inmisión basados en la olfatometría de campo normalizada (seguir las normas VDI que al parecer son las precursoras de la futura norma UNE) para determinar si se debe decretar la "zona de olor de régimen especial" tal y como define el anteproyecto de ley.

-El problema, aunque reviste un complejo carácter político-social-económico, necesita tratarse desde una base científica y técnica que lo imprima una total objetividad<sup>10</sup>.

## **4. EVALUACIÓN DE LA MOLESTIA ODORÍFERA EN AMBIENTES INTERIORES INDUSTRIALES <sup>11</sup>**

### **4.1 Consideraciones preliminares**

En el Documento Definitivo de nuestro Grupo de Trabajo de 2010 se hizo referencia a las molestias generadas por los malos olores. Actualmente la Norma NTP (calidad de aire interior: compuestos orgánicos volátiles, olores y confort) señala que la apreciación de olores desagradables genera quejas sobre la calidad del aire (Véase NTP 972), debido a que los olores pueden afectar el estado de ánimo de las personas, así como suscitar efectos psicológicos y fisiológicos en el organismo

Las alteraciones que los compuestos odoríferos generan en las personas han sido descritas por nuestro Grupo de Trabajo en el Documento de 2010.

Nuestra Colaboradora técnica, Gema C. Hernaiz Soto citó en la ponencia que presentó en el Conama 2010 la situación jurídica de las quejas de la población por malos olores, describiendo los efectos negativos que provocan sobre las personas. Anteriormente hemos citado los compuestos odoríferos causantes de malos olores, que son principalmente el sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico) y el amoníaco.). También es preciso citar los compuestos orgánicos volátiles (COV); la presente NTP se centra en su evaluación. Determinados ambientes interiores industriales pueden tener altos valores de COV y en consecuencia presentar malos olores, por ejemplo en plantas de tratamiento de residuos, industrias químicas, del plástico, textiles, de pinturas y barnices, de fragancias y aromas, de lavado en seco, etc. Las fuentes de COV en

ambientes interiores industriales provienen de los diferentes procesos realizados en éstos. El conocimiento de su origen es un aspecto clave para poder reducir su producción y/o emisión en el ambiente interior a través de la aplicación de medidas correctoras<sup>12</sup>.

✓ **Compuestos orgánicos volátiles (COV).**

Las UO totales y la contribución de cada COV al total de éstas constituye una herramienta útil para determinar los procesos que más contribuyen al total de UO en el ambiente interior, al mismo tiempo que permite obtener la valoración del nivel de reducción de la emisión al aire interior una vez aplicadas medidas correctoras en los procesos productivos.

Con el fin de llevar a cabo estas determinaciones se emplean las *Notas Técnicas de Prevención*. Estos documentos, que son Guías de buenas prácticas no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición; en este caso, proponen una metodología para determinar la cantidad de unidades de olor (UO) en ambientes interiores industriales. Actualmente, las personas pasan entre el 80 y el 90% de su tiempo en ambientes interiores. La exposición a bajas concentraciones de las sustancias que se encuentran en estos ambientes, como por ejemplo los contaminantes químicos, puede provocar irritación, picor, quemazón, molestia (dolor de cabeza, mareos, fatiga, náuseas), así como producir efectos perjudiciales sobre la salud a largo plazo.

Dentro de los contaminantes químicos, los COV son de especial relevancia, ya que entre 50 y 300 COV pueden estar presentes en ambientes interiores no industriales, siendo responsables en gran medida de los olores/malosolores percibidos por los ocupantes y de la sensación de incomodidad. En la práctica, estos efectos pueden provocar una disminución del rendimiento laboral, y cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del "Síndrome del Edificio Enfermo" (SEE) (Véase NTP 289, NTP 290 y NTP 380<sup>13</sup>). El SEE es el nombre que se da al conjunto de síntomas diversos que presentan, predominantemente, los individuos en estos edificios y que no van en general acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico.

Las causas son difíciles de identificar dado que en muchos casos tienen un origen multifactorial. Las fuentes de COV en ambientes interiores son variadas, pudiendo destacar las emisiones de estos compuestos a partir de materiales de construcción/decoración, productos de limpieza, humo de tabaco y actividades internas o externas.

Por otra parte, una ventilación inadecuada aumenta la sensación de incomodidad. Por todo ello, la evaluación de la Calidad del Aire Interior (CAI) y su control es un aspecto notable a tener en cuenta.

En ella se presenta un método para el cálculo de las UO en el ambiente interior a partir del conocimiento de las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Las UO totales y la contribución de cada COV al total de éstas constituye una herramienta útil para determinar los procesos que más contribuyen al total de UO en el ambiente interior, al mismo tiempo que permite obtener la valoración del nivel de reducción de la emisión al aire interior una vez aplicadas medidas correctoras en los procesos productivos.

*Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.*

#### 4.2 Determinación de las concentraciones de COV

recomienda utilizar un método de captación activo con tubos adsorbentes multilecho (Carbotrap, Carbopack X y Carboxen 569). La metodología analítica aconsejada es la desorción térmica (DT) acoplada a cromatografía de gases y detección por espectrometría de masas (CG/EM), principalmente debido a la muy baja manipulación de la muestra, su alta sensibilidad y la posibilidad de la identificación/verificación de los compuestos detectados por su espectro de masas, ya que se necesita obtener un listado de todos los compuestos presentes en los ambientes estudiados (Véase NTP 978).

Los caudales adecuados para la evaluación de la calidad del aire en ambientes industriales se encuentran entre 70 y 80 ml/min, dependiendo de la concentración esperada de la muestra y el tiempo de muestreo necesario. Cuando esta metodología es usada en el campo de la higiene industrial es habitual que derive en una saturación del tubo adsorbente. Por tanto, antes de efectuar la toma de muestras debe hacerse un estudio previo para determinar el volumen/tiempo de muestra idóneo en cada una de las áreas o procesos industriales a evaluar, y evitar así saturaciones de la muestra y pérdida de compuestos debido al volumen de ruptura (breakthrough).

#### 4.3 Notas Técnicas de Prevención

El formaldehído es uno de los COV más comunes, pero debido a sus características concretas, necesita sistemas de captación y análisis específicos. Existen diferentes procedimientos para la determinación de la presencia de formaldehído en aire interior. Uno de los métodos más usados es el de la captación activa en tubos de sílica gel impregnados con 2,4-dinitrofenilhidracina y posterior análisis por cromatografía líquida de alta resolución utilizando un detector ultravioleta. (Véase NTP 466).

##### ➤ **Determinación de las unidades de olor**

La carga odorífera en un ambiente puede determinarse a través del umbral de olor de los COV determinados cuantitativamente. El cociente entre la concentración de un

compuesto concreto y su umbral de olor determinará las unidades de olor (UO), es decir, el número de veces que ese compuesto supera su umbral de olor. Adicionando todas las unidades de olor (valores de  $UO \geq 1$ ) de aquellos compuestos químicos que disponen de su umbral publicado se obtiene la carga odorífera del aire interior industrial.

El cálculo de las UO se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$UO = \frac{\text{Concentración compuesto } x}{\text{Umbral de Olor compuesto } x}$$

Debido a que los métodos de muestreo y análisis de COV disponibles son variados, se debe tenerse en cuenta que las UO calculadas siguiendo esta recomendación no tienen en cuenta posibles efectos aditivos, enmascaramientos y/o sinergias de los compuestos evaluados. Por otro lado, no todos los compuestos químicos tienen publicado su umbral de olor, en cuyo caso, no se podrá determinar la contribución odorífera del compuesto al total de las UO. Debido a esto, las UO determinadas pueden variar ligeramente respecto a las calculadas a partir de olfatometría dinámica. Así y todo, diversos estudios publicados corroboran la buena correlación que existe entre las UO calculadas con olfatometría y las concentraciones de COV calculadas mediante análisis químico. La presente NTP se focaliza en el uso de las UO para determinar los compuestos que contribuyen en mayor medida al olor en un ambiente interior, así como en aquellos procesos productivos en los que son generados. La identificación de los compuestos químicos permite evaluar simultáneamente la potencial presencia de los mismos, o de otros con potencial tóxico, en una atmósfera con detección sensorial de olor. También son de utilidad para comparar cambios en la carga odorífera cuando se hayan aplicado medidas correctoras.

Es necesario distinguir entre **Umbral de detección** y **Umbral de identificación** (Véase 1.1 de este trabajo y NTP 358)<sup>3</sup>:

**Umbral de detección** es la concentración mínima del compuesto que produce una respuesta sensorial en los receptores olfativos de una población dada, en un porcentaje que, por convención, se ha especificado en el 50%, que es el valor que se describe y se encuentra publicado como "umbral de olor". Se trata de un valor teórico obtenido a partir de las personas que participan en el estudio, las cuales no son ni muy ni poco sensibles a las diferentes sustancias olorosas de referencia y están exentas de patología que afecte a la olfacción. Hay que tener en cuenta que los umbrales de olor se determinan en condiciones de laboratorio, por lo general distintas de las que se encuentran en el medio laboral y sin otro tipo de sustancias olorosas presentes en el ambiente, situación que sí puede ocurrir en el lugar de trabajo. No es un dato fisiológico o una constante física, sino que representa un valor estadístico. El porcentaje de detección del olor se puede aumentar al 100%, si se quiere incluir a la población menos sensible, o reducirlo al 10%, para considerar sólo a la más sensible.

**Umbral de identificación:** *concentración mínima a la que una parte de la población (generalmente el 50%) es capaz de describir el olor de un compuesto.*

En la práctica, hay que tener presente la variabilidad que existe en la percepción de los olores por la población en general para las diferentes sustancias químicas, ya que hay personas que detectan el olor por debajo y otras que no lo perciben hasta concentraciones muy por encima de los umbrales de olor establecidos. Ciertos factores pueden generar variabilidad en la percepción olfativa:

- diferente sensibilidad del aparato olfativo
- estado de distracción o atención del sujeto
- habituación a los olores
- enfermedades que interfieren con la olfacción
- variaciones en la temperatura y humedad del aire
- existencia de corrientes de aire
- edad
- sexo

Además, el umbral olfativo de un compuesto también viene determinado, en parte, por:

- forma del compuesto
- polaridad
- carga parcial
- peso molecular

En la Tabla 1 se presentan como ejemplo los umbrales y las características olorosas para una serie de compuestos químicos.

**Tabla 4.3. Umbrales de olor y características de algunos COV seleccionados**

Compuesto químico	Umbral de olor ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Descripción del olor
Ácido acético	43	Vinagre, agrio, pungente
Ácido butanoico	0,35-86	Rancio, pungente
Ácido pentanoico	8-12000	Dulce
Formaldehído	490	Picante, penetrante
Acetaldehído	0,01-4	Fruta, manzana
Butiraldehído	15	Rancio
Pentanal	2,5-34	Fruta, manzana
Butanona	870	Manzana verde, etéreo
Etil butirato	0,017	Fruta, piña, etéreo

#### 4.4 Uso de las unidades de olor en ambientes industriales

Se trata de un proceso en el que pueden distinguirse tres fases:

- **Primera fase: determinación de las concentraciones de COV específicos**

La identificación de compuestos debe llevarse a cabo a partir de la coincidencia del tiempo de retención obtenido para ese COV con su propio patrón. Su identificación

debe corroborarse mediante la coincidencia de espectros entre el compuesto observado en el cromatograma obtenido y las bibliotecas espectrales comerciales, por ejemplo la biblioteca NIST11<sup>®</sup> (NIST/EPA/NIH, National Institute of Standards and Technology/Environmental Protection Agency/National Institutes of Health, versión 2.0g, junio 2011).

Debido a la gran variabilidad en las concentraciones de COV en ambientes interiores industriales, es necesario el uso de dos iones característicos para la cuantificación los compuestos, un ión característico bastante o muy abundante ( $m/z$  1) para determinar compuestos en concentraciones bajas, y un ión característico poco abundante ( $m/z$  2) para compuestos en concentraciones altas (Véase NTP 978). A parte de la cuantificación de los COV más abundantes, es de especial interés cuantificar aquellos que presentan umbrales de olor bajos, ya que potencialmente pueden tener una mayor contribución a la generación de olores.

Una vez obtenidas las concentraciones de los COV seleccionados, se pueden determinar los porcentajes de cada compuesto o familia respecto a la concentración total de COV en cada etapa y/o proceso productivo que se lleve a cabo. Este dato pone de manifiesto la abundancia en la generación/emisión de cada compuesto o familia en el proceso industrial. No siempre una mayor abundancia de un compuesto va a representar una mayor contribución a las unidades de olor del ambiente, ya que esto depende de su umbral de olor. Sin embargo, la determinación de los niveles de concentración de COV, además de permitir el cálculo de UO individuales de cada compuesto y el número de UO totales, también proporciona la información necesaria



para la evaluación de la seguridad de los compuestos clasificados como peligrosos (Véase NTP 320), a diferencia de los métodos de evaluación únicamente sensoriales.

- **Segunda fase: determinación de las UO**

Como se ha indicado anteriormente, a partir de las concentraciones de COV pueden obtenerse las UO para cada compuesto si se dispone de su umbral de olor. Con estos datos, se puede determinar la contribución de cada COV o familia de COV al total de las UO según las etapas y/o procesos productivos. Estos datos muestran los compuestos que contribuyen en mayor medida a la molestia por el olor, constituyendo la información básica para el diseño del sistema de reducción de olores mediante cambios en las variables del proceso, o para la toma de decisiones respecto a la instalación de un equipo específico de desodorización. Puede darse el caso que compuestos a muy bajas concentraciones sean los que contribuyen de forma mayoritaria a las unidades de olor en el ambiente interior. En el caso de las plantas de tratamiento de residuos, por ejemplo, los compuestos que más contribuyen al olor son el acetaldehído (20-50%), etil butirato (40-80%), ácido butanoico (10-50%) y biacetil (3-30%); en cambio su contribución a la concentración total de COV solo corresponde al 2, 0,01, 0,2 y 0,2%, respectivamente.

- **Tercera fase: soluciones para disminuir la cantidad de UO en ambientes interiores industriales. Aplicación de mejoras en los procesos productivos**

Una vez determinados los compuestos que más contribuyen a las UO, es necesario aplicar medidas correctoras en los diferentes procesos productivos para reducir su generación y emisión al aire interior de la nave. Las medidas correctoras dependen del tipo de proceso desarrollado. Aplicadas estas medidas, es necesario volver a evaluar las concentraciones de COV y determinar la nueva contribución a las UO de los compuestos objetivo.

Tabla 4.4. Recopilación de la bibliografía relativa a los umbrales de olor.

Documento	Autores/Editores	Institución	Año	Link
Compilations of odour threshold values in air, water and other media	L.J. van Gemert	Boelens Aroma Chemical Information Service (BACIS) TNO Nutrition and Food Research Institute The Netherlands	2003	<a href="http://www.thresholdcompilation.com/">http://www.thresholdcompilation.com/</a>
Compilation of odour threshold values in air, water and other media.	L.J. van Gemert	Oliemans Punter and Partners BV The Netherlands	2011	<a href="http://www.thresholdcompilation.com/">http://www.thresholdcompilation.com/</a>



2nd Edition				
Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. 2nd Edition	S. Sharon A. Murnane H. Lehock P.D. Owens	American Industrial Hygiene Association  United States of America	2013	<a href="http://webportal.iah.org/Purchase/ProductDetail.aspx?Product_code=48a8a2c8-17ac-e211-a7f9-005056810034">http://webportal.iah.org/Purchase/ProductDetail.aspx?Product_code=48a8a2c8-17ac-e211-a7f9-005056810034</a>
Reference Guide to Odor Thresholds for Hazardous Air Pollutants Listed in Clean Air Act Amendments of 1990  EPA/600/R-92/047	United States Environmental Protection Agency		1992	<a href="http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?id=40610#Download">http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?id=40610#Download</a>
Odour Complaints Checklist. Odour characteristics and detection threshold levels	Health Protection Agency United Kingdom		2011	<a href="http://www.hpa.org.uk/webc/hpawebfile/hpaweb_c/1256639817998">http://www.hpa.org.uk/webc/hpawebfile/hpaweb_c/1256639817998</a>

## 5. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se ha hecho referencia a los problemas que ocasionan los malos olores desde el punto de vista psicológico que se traducen en falta de rendimiento en el trabajo. También se han citado las técnicas químicas analíticas disponibles para el análisis de moléculas odoríferas : desorción térmica (DT) acoplada a cromatografía de gases y detección por espectrometría de masas (CG/EM) principalmente para los COV. Así como las técnicas sensoriales: Olfatometría dinámica de campo dentro de la cual merece ser citada la que se lleva a cabo con olfatómetros de campo como Nasal Ranger. ([www.malosolores.org](http://www.malosolores.org)).

La validez de esta metodología se argumenta con las consideraciones científico técnicas y socioambientales practicadas en mediciones de olor en inmisión, que se han aplicado a numerosos casos de impacto odorífero en España, especialmente los exigidos por las Autorizaciones Ambientales Integradas (AAI). Se han estudiado los avances del estado de esta técnica en la medición de olores ambientales allá donde se produce la afectación o molestia y se justifica que la olfatometría dinámica de campo cumple con los criterios de la Directiva IPPC 1996, traspuesta en la Ley 6/2006 respecto a las Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) que no impliquen un coste excesivo (BATNEEC).

Todas estas herramientas deben permitir al Estado promulgar una Ley a nivel nacional que sirva para reconducir la situación insostenible creada por el problema social que constituyen las múltiples quejas derivadas de episodios de malos olores y que han supuesto un gran número de litigios judiciales de difícil solución al no existir todavía una Ley de olores estatal, y ello teniéndose a disposición el Anteproyecto de Borrador de Ley de la Generalitat de Cataluña de 2005, sin progreso desde 2008, que muy bien podría servir de modelo o punto de partida.

Confiemos en que para el próximo CONAMA el Estado haya avanzado en este sentido.

## 6. REFERENCIAS

<sup>1</sup> Iglesias, A., *La contaminación ambiental por olores. Estrategias de análisis y eliminación de las moléculas odoríferas*, **Revista 100@cias, UNED, Nº 5, 2014**

<sup>2</sup> Hernaiz, G.C., *Primeras consideraciones sobre jurisprudencia y legislación en relación con la contaminación odorífera*, Congreso Nacional de Medio Ambiente, 2010 (CONAMA 10).  
[www.conama10.es](http://www.conama10.es)

<sup>3</sup> Veza J., E, *Control y seguimiento de las instalaciones metropolitanas: quejas y métodos de análisis olores*. Ponencia Conama 2014

<sup>4</sup> Sanchez, G.: Documento definitivo Grupo de Trabajo Contaminación Odorífera, Congreso Nacional de Medio Ambiente, 29, 2012 (CONAMA 11). [www.conama12.org](http://www.conama12.org)

<sup>5</sup> Colegio o Asociación de Químicos de la Región de Murcia

<sup>6</sup> [www.conama10.es](http://www.conama10.es)

<sup>7</sup> Documento definitivo del Grupo de Trabajo [www.conama10.es](http://www.conama10.es)

<sup>8</sup> ibidem

<sup>9</sup> Macarena Segarra. , *Problemática político-social de las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos en materia de olores. Ponencia Conama 2014*

<sup>10</sup> Macarena Segarra, ibidem

<sup>11</sup> *Odour units: nuisance evaluation in industrial indoor air Unités d'odeur: l'évaluation de la gêne dans les environnements intérieurs industriels;*

Gallego, E., Roca, F.J., Perales, J.F., Sánchez, G.

*Reducing the indoor odorous charge in waste treatment facilities.*

*International Journal of Waste Resources, 2014, nº 4:1, p. 1000136.*

---

Gallego, E., Roca, F.J., Perales, J.F., Sánchez, G., Esplugas, P.

*Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC/MS.*

*Waste Management, 2012, nº32, p. 2469-2481.*

*Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*

*Calidad de Aire Interior. 2ª Edición.*

*INSHT, Barcelona, 2008. 214 p.*

RIBES, A., CARRERA, G., ROCA, F.J., GALLEGO, E., BERENGUER, M.J., GUARDINO, X.

*Development and validation of a method for air quality and nuisance odors monitoring of volatile organic compounds using multisorbent adsorption and GC/MS thermal desorption system.*

*Journal of Chromatography A, 2007, nº1140, p. 44-55.*

US EPA

*Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air. Second Edition. Compendium Method TO-17. Determination of volatile organic compounds in ambient air using active sampling onto sorbent tubes.*

*Center for Environmental Research Information, Office of Research and Development, 1999*

*Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-14-02*

12 *ibidem*

13 Véase NTP 289, NTP 290 y NTP 380. Internet