

ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MALOS OLORES EN LA ZONA NORTE DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CAMPELLO, ALICANTE.

Fecha: 27 DE SEPTIEMBRE DEL 2012

Fdo. D. Carlos Pastor Antón
Director LCA

**LABORATORIO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

Este informe es el resultado del trabajo efectuado, desde, octubre 2011 a agosto del 2012, por el Laboratorio de Contaminación Atmosférica de la Universidad Miguel Hernández de Elche, a solicitud del Ayuntamiento de El Campello con el fin de encontrar una metodología de trabajo para resolver la percepción de malos olores en la zona norte del término municipal de El Campello.

LABORATORIO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (LCA)

El Laboratorio de Contaminación Atmosférica (LCA) está formado por once profesores doctores de la Universidad Miguel Hernández (UMH), grupo multidisciplinar, con formación en química, física, medioambiente y farmacia, coordinado por el Dr. Carlos Pastor Antón, Catedrático en el área de Física Aplicada de dicha universidad.

Desde un punto de vista científico, el LCA se centra principalmente en el estudio de la contaminación atmosférica, sin renunciar a las actividades de asesoramiento, apoyo tecnológico o de difusión a la sociedad. El grupo, cuenta con una producción científica de más de cincuenta proyectos de investigación internacionales, nacionales y autonómicos, por un importe total de más de 2.000.000 €, un centenar de publicaciones científicas, tres patentes, más de un centenar de comunicaciones a congresos nacionales e internacionales, quince tesis doctorales dirigidas, y una gran cantidad de contratos de prestación de servicios a entidades públicas y privadas. Además, el profesor Carlos Pastor cuenta con una experiencia de más de 25 años en asesoramiento y apoyo técnico a entidades locales, como diputaciones y ayuntamientos.

Su investigación científica abarca el estudio de la proporción, composición química, origen, distribución espacial y temporal, así como la dispersión en la atmósfera de los principales contaminantes químicos presentes en el aire y su relación con las principales variables meteorológicas. En los últimos años se ha ampliado el campo de trabajo poniendo énfasis en aspectos de gran interés para la comunidad científica internacional como los efectos sobre la salud de la población expuesta a atmósferas contaminadas.

ÍNDICE	página
A. ANTECEDENTES	4
B. INFORME	11
B.1. Análisis pormenorizado de la documentación que existe en poder del Ayuntamiento de El Campello sobre la Planta de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos Urbanos de Les Canyades.	11
B.2. Determinación las sustancias, potencialmente contaminantes, causantes de los malos olores registrados en la zona norte del término municipal de El Campello.	19
B2.1 Compuestos Orgánico Volátiles.	19
B2.2 Mecanismo de propagación y transformación de las sustancias en la atmosfera en la zona en la que se presentan las molestias.	25
B2.3 Metodología de muestreo y análisis.	26
B2.4 Ubicación de los puntos de muestreo.	26
B2. 5 Captación de muestras. Métodos empleados.	28
B2.6 Análisis de las muestras.	29
B2.7 Discusión de resultados	31
B.3. Identificar las actividades, potencialmente responsables de la emisión de las sustancias registradas, realizadas en general por las Plantas de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	35
C. CONCLUSIONES	46
D. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO	47

ANTECEDENTES

La generación y gestión de los residuos constituye un problema ambiental grave de las sociedades modernas. Se sabe que, en una ciudad, cada habitante produce al día más de un kilo de residuos, cantidad que, además, crece sin que nada lo evite. En los últimos diez años, los países europeos han aumentado el volumen de residuos "per cápita" en más de un 60%.

La gestión inadecuada o el abandono de los residuos producen impactos notables en los medios receptores, y pueden provocar contaminación en el agua, en el suelo, en el aire, contribuir al cambio climático y afectar a los ecosistemas y a la salud humana. Sin embargo, cuando los residuos se gestionan de forma adecuada, de ahí la necesidad de existencia de políticas en materia de residuos, se convierten en recursos que contribuyen al ahorro de materias primas, a la conservación de los recursos naturales, del clima y al desarrollo sostenible.

La regulación comunitaria de los residuos se origina, al igual que sucede con todos los otros elementos integradores del medio ambiente (agua, atmósfera, fauna y flora, etc.), cuando en los años 70, la entonces Comunidad Europea, constata que el vacío legal y la disparidad de disposiciones medioambientales puede crear distorsiones en el mercado común. Así pues, primordialmente, es el problema económico el que obliga, tanto a armonizar la legislación ya existente, como a asentar las bases de un sistema normativo común para todos los países miembros. En un primer momento, la regulación comunitaria, Directiva 75/442/CEE, de los residuos hace referencia a los residuos en general, estableciendo un régimen jurídico comunitario para la gestión de los residuos, para proteger la salud del hombre y el medio ambiente. Tres años más tarde, se constata la singularidad de ciertos residuos de origen industrial denominándolos "residuos tóxicos y peligrosos" (Directiva 78/319/CEE).

El ordenamiento jurídico español relativo a la gestión de los residuos arranca en la Ley 42/1975, de 19 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos pero, debido a su antigüedad, no recoge las disposiciones emanadas del Consejo de las Comunidades Europeas.

La primera ley que transponen las normativas comunitarias es la Ley 20/1986, Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que en aplicación del artículo 149.1.23 de la Constitución desarrolla el régimen jurídico básico (es decir, todos sus artículos son directamente aplicables a Comunidades Autónomas) de los residuos tóxicos y peligrosos, sobre la base del artículo 45 también de la Constitución y las Directivas 75/442/CEE. La aprobación del Reglamento que desarrolla dicha ley constituye un primer acierto para la protección del medio ambiente en España, pues se establece con bastante precisión un régimen jurídico de la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos basado, en el flujo informativo relativo a estos residuos, obtenido a través del control administrativo del gestor, el productor y el poseedor de residuos.

Durante los últimos años se han incorporado a nuestro derecho interno la práctica totalidad de las normas comunitarias relacionadas con la gestión y el transporte de residuos. De todas ellas, cabe destacar la ley 10/1998 de Residuos, de 21 de abril, que incorpora todas las directrices, prioridades y criterios establecidos en Europa a través de la Directiva 91/156/CEE, conocida como Directiva Marco, que modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. En esta ley, se establece la obligación de elaborar y aprobar Planes Nacionales de Residuos, que se confeccionen por integración de los respectivos Planes Autonómicos. Los objetivos y medidas incluidas en estos planes, en muchos casos, tienen un carácter estratégico y pretenden servir de guía para el desarrollo de políticas específicas destinadas a cambiar la gestión de los residuos en España.

Concretamente, el primer Plan Nacional de Residuos Urbanos en España (PNRU) es aprobado por acuerdo del Consejo de Ministros de 7 de enero de 2000 (B.O.E. núm. 28, de 02.02.2000). Este Plan Nacional, además de responder la obligación legal recogida en la Ley 10/1998, queda encuadrado dentro del marco normativo vigente, tanto nacional como comunitario, teniendo en cuenta normativas y disposiciones más recientes (Directiva 99/31/CE, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos). Además incorpora otras recomendaciones y estrategias en la gestión de residuos, como son las establecidas en la Conferencia de Estocolmo de 1972, la Conferencia de Río de 1992, la Resolución del Consejo, de 24 de febrero de 1997, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos y el V Programa de Acción de la Unión Europea "Hacia un Desarrollo Sostenible". También, prevé las inversiones necesarias para mejorar la gestión, crear infraestructuras y confeccionar inventarios; contempla medidas técnicas y jurídicas precisas para alcanzar los objetivos ecológicos fijados; establece la posibilidad de articular estos planes, mediante convenios de colaboración, entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas; y abre la posibilidad a las entidades locales de elaborar planes de gestión, de acuerdo con la legislación vigente en materia de competencias municipales, y los planes correspondientes de las respectivas Comunidades Autónomas.

El PNRU es aplicable a todos los residuos urbanos o municipales generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los productos textiles y residuos de maderas de origen doméstico y, otros residuos no peligrosos domésticos/comerciales (aceites y grasas vegetales y otros). Quedan excluidos del Plan los residuos que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada en el Real Decreto 952/1997 y los residuos peligrosos de origen doméstico, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

El PNRU tiene por objetivos, marcados para 2006:

- Prevenir la producción de residuos, a través de la reducción del 6% en la generación de residuos urbanos totales, que actualmente es de 17,2 millones de toneladas/año de basuras, es decir, 1,2 kg/habitante/día.
- Promover, por este orden: a) Implantar la recogida selectiva en, al menos, todos los núcleos de población de más de 5.000 habitantes; b) Reducir, recuperar, reutilizar y reciclar envases de vidrio, plástico y papel/cartón, en unas tasas del 20-75%; c) Valorización energética, en el cual se prevé alcanzar un 9-17,7%; d) Valorizar la materia

orgánica, mediante su compostaje, de forma que se trate al menos 40-50%, fomentando los sistemas de biometanización, hasta alcanzar 2-5% de la materia orgánica; y e) Eliminar de forma segura las fracciones no recuperables o valorizables de los residuos, mediante la clausura y sellado de todos los vertederos incontrolados y la adaptación de las actuales instalaciones a normativas más recientes.

Actualmente, se encuentra vigente el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015, aprobado por los organismos estatales. El PNIR, como su nombre indica, integra a todos los residuos: domésticos y similares, con legislación específica, los suelos contaminados, además de algunos agrarios e industriales no peligrosos que aunque no disponen de regulación específica, son relevantes por su cuantía y su incidencia sobre el entorno. Este Plan incluye además la Estrategia de Reducción de Vertido de Residuos Biodegradables, que cumpliendo con una obligación legal, contribuye a alargar la vida de los vertederos, a disminuir su impacto sobre el entorno y de forma especial a la reducción gases de efecto invernadero.

El PNIR 2008-20015, marca los objetivos y medidas de carácter estratégico, para servir de guía en el desarrollo de políticas específicas de gestión de los residuos en España, integrando de forma efectiva las políticas europeas más recientes. Así, incluye los acuerdos comunitarios reflejados en la Directiva Marco de Residuos, Directiva 2008/98/CE que deroga las anteriores, que afecta de forma relevante a la planificación y a la gestión de los residuos urbanos de origen domiciliario, ya que: La jerarquía de cinco niveles (prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación) debe aplicarse como principio rector en la legislación y política sobre prevención y gestión de residuos. En 2015, deberá establecerse recogida selectiva para al menos papel, metal, plástico y vidrio. En 2020, la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, papel, los metales, el plástico y el vidrio, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso. Se deberán adoptar medidas para promover la recogida selectiva de bioresiduos para su compostaje y digestión. Cabe la posibilidad de que en un futuro puedan establecerse requisitos sobre gestión de los bioresiduos y criterios de calidad para el digestato y el compost obtenido a partir de ellos. Las instalaciones de incineración de residuos urbanos deberán clasificarse como instalaciones de valorización energética o de eliminación en función de si superan un umbral de eficiencia energética, calculado en función de varios parámetros (el poder calorífico de los residuos, la energía anual producida, la energía consumida no procedente de los residuos, etc).

La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, reafirma la competencia de las entidades locales, ya contemplada en la Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local, para la gestión de los residuos urbanos estableciendo como servicio obligatorio para todos los municipios, sin distinción de tamaño poblacional, la recogida, el transporte y la eliminación (esta última sólo exigible anteriormente para los municipios de más de 5.000 habitantes).

La Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunitat Valenciana, proporciona las bases para convertir la gestión de los residuos en una práctica adecuada,

planificando y coordinando la actuación de las diferentes administraciones públicas en aras a una adecuada gestión de los residuos, que garantice la salud de las personas y un alto nivel de calidad en nuestro medio ambiente. Además, va un paso más allá de la legislación básica estatal, al incluir la valorización de los residuos urbanos como competencia municipal. De otra parte, los servicios obligatorios de las entidades locales también se extienden, al igual que contempla la normativa básica estatal, a *la recogida selectiva* para los municipios de más de 5.000 habitantes. En cuanto a la prestación de los servicios relativos a los residuos urbanos, se indica que los municipios podrán prestarlos por sí mismos o mediante agrupaciones, mancomunidades o cualquier otra forma de asociación prevista en la legislación de régimen local, en particular, los Consorcios entre Entidades Locales y la Generalitat Valenciana.

El respeto a estos criterios de reparto de competencias establecido por la legislación anterior, el primer Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIR97) basa el modelo de gestión de los residuos urbanos, en la agrupación de los municipios en zonas a fin de gestionar sus residuos de manera integrada y suficiente respecto de las zonas contiguas. Basándose en esto, se contempló la división del territorio de la Comunidad Valenciana en 18 zonas: 5 correspondientes a la provincia de Castellón, 7 a la provincia de Valencia y 6 a la de Alicante. A su vez, estas 18 zonas se agruparon, por criterios de economía de escala, autosuficiencia y proximidad de las infraestructuras de valorización y eliminación resultantes, en 11 Planes Zonales evidenciando así la necesidad de asociar varias zonas para garantizar la consecución de soluciones técnica, económica y medioambientalmente viables para todas ellas. Finalmente, estos 11 Planes Zonales concluyen determinando la necesidad de la creación de 13 áreas de gestión de residuos urbanos, con límites territoriales perfectamente trazados, y dotando a cada una de estas 13 áreas de la administración correspondiente, a la que se le asigna la responsabilidad de la valorización y eliminación de todos los residuos urbanos generados en su ámbito territorial.

Además, la Dirección General de Calidad Ambiental de la Doncellería de Territorio y Vivienda cuenta con un Inventario de Residuos desde el año 2002. El Inventario de Residuos de la Comunidad Valenciana establece cuáles son las actividades productoras de residuos, así como la naturaleza y composición de los mismos, su origen, su localización territorial, su potencial peligrosidad y finalmente, sus posibilidades de tratamiento. En base a esta información, la Comunidad Valenciana aprueba en 2009 la Revisión del Plan Integral de Residuos (PIR09), evitando que sus políticas territoriales en materia de residuos queden obsoletas, redefiniendo, revisando y actualizando los objetivos y acciones necesarios para adaptarlos a una más situación actual.

Dentro del término municipal del municipio de El Campello, se encuentra operativa la "Planta de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos Urbanos de les Canyades" que recibe los residuos sólidos urbanos de las poblaciones del Plan Zonal XV que incluye a un total de 52 municipios. Las poblaciones que tratan en Les Canyades sus residuos orgánicos son las correspondientes a la Marina Alta, Marina Baifa y el propio El Campello. Como contrapartida, por acoger esta instalación, El Campello recibe un canon por cada tonelada que trate en el complejo. Además, los residentes están exentos del pago de nuevas tasas por abocar residuos. Del mismo modo la empresa cedió al Ayuntamiento una parcela de

un millón de metros cuadrados junto al complejo para la realización de planes medioambientales.

La construcción de dicha planta, así como su explotación, fue adjudicada a la empresa Fomento de Construcciones y Contratas (FCC) por un periodo de veinte años, de los cuales algo más de tres ya han transcurrido. La inversión realizada en la instalación supera los 52 millones de euros, posee una capacidad estimada para tratar 198.000 toneladas anuales de residuos y generar más de 11.000.000 kWh al año.

La planta está ubicada en la zona norte de El Campello, en el barranco de Les Canyades, que desemboca en el de Aigües, con acceso desde la carretera Nacional 332 (Coordenadas UTM X:731500-732500, Y: 4261000-4263500, Z: 160-250; huso 30). Tiene 34.000 metros cuadrados de área de superficie de hormigón y de 20.000 metros cuadrados de edificios, constando de varias infraestructuras:

- a) Nave de selección y recuperación para el tratamiento de los residuos recogidos en el contenedor “todo uno”. En ella se produce la recepción, el tratamiento y la selección de la fracción orgánica, de los residuos valorizables, de los especiales y de los rechazos. Además, está diseñada para su progresiva adaptación al tratamiento de residuos recogidos de manera selectiva, en el contenedor de materia orgánica y en el contenedor resto.
- b) Planta de biometanización. Para la digestión en condiciones anaerobias de la materia orgánica seleccionada, mediante el empleo de dos digestores. Además, cuenta con un sistema de captación del biogás y con una instalación de cogeneración para la valorización energética del mismo.
- c) Planta de compostaje. Donde se produce la maduración y afino del digesto procedente de la planta de biometanización, mezclándolo con residuos de jardinería (fracción verde) y para absorber las puntas de entrada de materia orgánica en la planta.
- d) Planta de residuos voluminosos, en la que los residuos voluminosos son clasificados por tipos, para posteriormente ser transferidos al gestor autorizado.
- e) Vertedero controlado de residuos no peligrosos. Con un vaso inicial de vertido que cuenta con una capacidad bruta de 2.553.127 m³.

Además, la planta incorpora distintos sistemas para la reducción y control de las emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, entre las que destacan la instalación de un sistema de desodorización en el que se procede a la extracción y tratamiento del aire del interior de las naves.

En lo que respecta a efluentes líquidos, consta de una red de canales perimetrales que recogen y canalizan las aguas de escorrentía y, otra red que evita que este agua de escorrentía entre en el vaso de vertido en explotación, dando lugar a la producción de lixiviados. Asimismo, la planta cuenta con una estación depuradora para el tratamiento

de dichos lixiviados del vertedero y todas las aguas residuales de la planta. Las aguas depuradas se reutilizan en los refrigeradores del proceso de depuración de los lixiviados.

Las últimas instalaciones indicadas, forman parte de las medidas tomadas para evitar, o al menos reducir, las emisiones a la atmosfera, el agua y el suelo Por las cuales consiguieron la Autorización Ambiental Integrada (AAI), permiso otorgado mediante Resolución de 19 de julio de 2005 de la Dirección General de Calidad de la Doncellería de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana, establecido en la Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y al control de la contaminación. En este permiso se fijan las condiciones ambientales que se exigen para la explotar las instalaciones y, entre otros aspectos, se especifican los valores límite de emisión de sustancias contaminantes, utilizando las mejores medidas técnicas disponibles, teniendo en cuenta las características técnicas de la instalación, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente.

Desde la inauguración de la planta de tratamiento de residuos sólidos de Les Canyades, se han registrado denuncias sobre posibles irregularidades en el funcionamiento de la planta. La mayoría de las quejas proceden de la población residentes en las proximidades de dicha planta. El Ayuntamiento de El Campello ha instado a la Administración Autonómica para que actúe en contestación a dichas denuncias, cumpliendo de ese modo con la obligación de esta administración, contenida en el art. 72.3 de la Ley 2/2006, de poner en conocimiento del órgano que ha otorgado la AAI a esta actividad de la existencia de cualquier irregularidad, deficiencia o funcionamiento anormal que observe o del que tenga noticia.

Por otra parte, el Ayuntamiento de El Campello ha realizado diversas y numerosas actuaciones, que se detallan y analizan más adelante, para intentar solventar el problema de las molestias causadas, sustanciadas fundamentalmente en la percepción por parte de la población del entorno de “olores desagradables”.

Entre las actuaciones efectuadas, cabe destacar la del Sindic de Greuges de la Comunidad Valenciana donde se insta al propio Ayuntamiento y a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda a mantenerlo informado de todas las acciones encaminadas a las correcciones de las deficiencias que se puedan encontrar. Por su parte, el Consistorio, como así lo reconoce la Sindicatura tras la recepción de un extenso informe en fecha 16 de febrero del 2011, lo ha ido haciendo desde entonces. Por su parte, la Conselleria en su último informe de fecha 21 de febrero de 2011, comunica al Sindic que con fecha 8 de febrero de 2011 se ha efectuado inspección, y citando textualmente:

“encontrándose que se han construido las medidas correctoras pendientes, consistentes en la canalización de las emisiones de los biofiltros para su emisión en altura a través de focos canalizados, que se ha duplicado la capacidad de tratamiento de gases del biofiltro de la nave de compostaje, responsable, según los estudios olfatométricos, de la mayor emisión de olor de la instalación, que se verifica que el vertedero de rechazos dispone de una red de difusores para el enmascaramiento de olores en parte del perímetro, y que se está efectuando la captación del biogás generado, que se han visitado las urbanizaciones cercanas y las proximidades de la

instalación, no encontrándose, a la hora de la inspección olores relacionados con la actividad de valorización y eliminación de residuos urbanos”.

Dado que se han seguido presentando quejas, el Sindic de Greuges de la Comunidad Valenciana recomienda (citamos textualmente):

“...estimamos oportuno RECOMENDAR al Excmo. Ayuntamiento de El Campello y a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana, que, dentro de su respectivo ámbito competencial, sigan incrementando sus esfuerzos al máximo en la adopción de todas aquellas medidas que estimen oportunas para eliminar las molestias denunciadas, sobre todo, los intensos olores.”

Asimismo, el Ayuntamiento de El Campello, como medida complementaria a las ya efectuadas, solicita al Laboratorio de Contaminación Atmosférica (LCA) de la Universidad Miguel Hernández de Elche un trabajo en forma de asistencia técnica para determinar las actuaciones futuras más adecuadas para resolver los problemas de malos olores registrados durante periodos puntuales a lo largo de todo el año, en el término municipal de El Campello y objeto de las denuncias.

Para ello, el LCA realiza un estudio pormenorizado de toda la documentación relacionada con la planta, desde las especificaciones técnicas a los informes encargados a otros organismos, que posee el Ayuntamiento. Además, estudia la composición química del aire (potencialmente contaminado) en la zona de estudio, su origen, distribución espacial y temporal, así como la dispersión en la atmósfera de los principales contaminantes presentes y su relación con las principales variables meteorológicas.

A partir de la bibliografía científica existente, los compuestos objeto de la investigación, se plantean las actividades de la planta que potencialmente pueden ser la fuente de dichos compuestos para que, en evaluaciones futuras, sean interés de estudio, control y análisis, con el fin de reducir o eliminar la emisión de los mismos y con ello el problema de los malos olores existentes.

Antes de desarrollar ampliamente cada uno de los puntos en los que se estructura el informe que resume las actuaciones realizadas y las conclusiones obtenidas con la realización de este trabajo, y tras haberse revisado la amplia legislación existente en materia de gestión de residuos urbanos tanto a nivel comunitario como nacional y autonómico, cabe destacar que el Ayuntamiento de El Campello no tiene competencias directas para intervenir en la forma de operar de la planta, ni para alterar/modificar/suspender estas operaciones, ni en los contratos que regulan la actividad de la empresa explotadora. Por ello, el encargo de este trabajo es una actuación del Consistorio pionera dentro del ámbito de las administraciones locales.

B. INFORME

B1. Análisis pormenorizado de la documentación que existe en poder del Ayuntamiento de El Campello sobre la Planta de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos Urbanos de Les Canaryades.

La primera queja vecinal registrada en el Ayuntamiento de El Campello, del 9 de mayo de 2009, se recibe a través de una comunicación telefónica a la Policía Local en la que se refiere que la noche anterior, por problemas de malos olores en la zona de El Poblet, se había sufrido problemas respiratorios. La Policía Local comprueba en dicha mañana toda la zona norte del término municipal de El Campello, desde El Poblet hasta Pueblo Acantilado, y las proximidades a la planta, comprobando que no existen problemas de olores. Dentro de la planta, corrobora que se están produciendo las labores habituales percibiéndose bastantes olores sobre todo en la zona de descarga de los camiones, puntualizando que en ese momento no hacía viento.

A partir de ese momento, el Ayuntamiento de El Campello, y dentro de sus competencias, comienza a adoptar diversas medidas – institucionales, técnicas y de control - para solventar los malos olores causados por la Planta de tratamiento integral de residuos sólidos urbanos de Les Canaryades e informar a los vecinos afectados. A continuación, se describe cada una de las actuaciones realizadas y las conclusiones obtenidas en ellas, siguiendo un orden más o menos cronológico, pues hay que tener en cuenta que varias de ellas se dan paralelamente, ya que la respuesta a las actuaciones no son todo lo rápidas que se quisiera.

La primera actuación de la que se ha tenido constancia, es la solicitud al Instituto de Ecología Litoral (EIL) un informe técnico sobre las posibles emanaciones de cualquier tipo de la planta de Les Canaryades, con fecha 20 de mayo de 2009. Este instituto redacta un informe en función del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) proyectado para dicha planta, indicando que: *“los malos olores sólo pueden provenir de las zonas de recepción, clasificación y triaje, en menor medida, y de las áreas de compostaje, vertedero de rechazos y tratamiento de lixiviados, en mayor medida, siempre y cuando se den condiciones de un mal funcionamiento o un deficiente mantenimiento de las instalaciones proyectadas”*. Además, puntualiza que: *“para estas posibles fuentes de emisiones de malos olores, el proyecto cuenta con la adopción de medidas correctoras como son: Instalación de sistema de depuración como biofiltros, previsión negativa en las naves susceptibles de general mal olor, evitar el almacenamiento de residuos en el exterior de las naves, mantenimiento de las naves cerradas, y limpieza de naves e instalaciones.”* Como conclusión recomienda: Informar al titular de la planta de la emisión de malos olores, solicitarle información sobre: alguna situación anómala en el funcionamiento de las instalaciones y del plan de vigilancia ambiental para poder corroborar los controles periódicos de las emisiones, además de la realización de un estudio olfatométrico para determinar la calidad ambiental del entorno. Por otro lado, si las quejas vecinales persisten se le pide que observe la persistencia de malos olores en la zona norte. Dichas recomendaciones son cumplidas por el Consistorio.

Así, la Concejalía de Medio Ambiente del ayuntamiento, tras la revisión de este primer informe, insiste en solicitar al Instituto de Ecología Litoral la remisión de un nuevo informe técnico tras haber realizado una visita de inspección a la planta, realizada el 4 de septiembre de 2009. En esta visita, la única anomalía considerada fue la existencia de líquidos color negro/marrón y con olor desagradable características apreciables de los lixiviados, líquidos originados debido a la percolación del agua de lluvia o presente en los residuos a su través arrastrando los diferentes contaminantes generados durante la descomposición de dichos residuos (materia orgánica, metales pesados, nitrógeno amoniacal y/o sales inorgánicas), fuera de la balsa de recogida de los mismos. Subrayándose que este hecho supone un elevado riesgo medioambiental y denota un mal funcionamiento (que puede ser puntual) de las instalaciones diseñadas para tal efecto, ya que la planta dispone de una red de tuberías para extraer el líquido de los residuos y transportarlo hasta la balsa de almacenamiento hasta ser retirados o depurados. Por tanto, recomienda al ayuntamiento que solicite al titular de la planta toda la documentación disponible sobre dicho incidente, protocolo de emergencia en marcha y subsanación de la anomalía técnica ocurrida.

Paralelamente, a manera de respuesta, D. David Acosta en calidad de jefe de planta remite una copia parcial del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para las instalaciones proyectadas de la planta de Les Canyades, donde consta la información relativa a estudios olfatométricos y dispersión dinámica. Dicha información es comunicada telefónicamente al Presidente del Consorcio de Residuos Zona XV, y conjuntamente acuerdan realizar dos estudios olfatométricos independientes, uno llevado a cabo por la mercantil (FCC o consorcio SGS) y otro solicitado a la mercantil Labaqua, por cuenta del Ayuntamiento, con el fin de determinar el verdadero origen del problema.

Antes de continuar, con la exposición de actuaciones realizadas, se realiza una explicación de la técnica de olfatometría, utilidad y magnitudes que la definen, para poder entender, interpretar y poner en valor más adelante las conclusiones obtenidas de los estudios realizados. La olfatometría es una técnica de toma de muestras y análisis de olores que, unida al desarrollo de sistemas de modelización de dispersión, permite evaluar las molestias producidas por malos olores y determinar el origen de las mismas. Estos estudios se emplean para evaluar el impacto de ciertas instalaciones e identificar las zonas afectadas y/o determinar las medidas correctoras, en el caso de que existan áreas habitadas afectadas en dicho impacto. Los problemas causados por las instalaciones, pueden deberse a:

- a) Generación de olores como consecuencia de procesos fisicoquímicos producidos en las instalaciones, éstos se miden directamente en la instalación y dependiendo del proceso o fuente. La mayor o menor intensidad del olor, o concentración de olor producida por la fuente, se mide en unidades de olor (uo, número de diluciones necesarias para lograr el umbral de olor). La olfatometría se basa en la percepción real del ser humano del olor, utilizando un grupo de expertos (mínimo 8 personas) o mediante una nariz electrónica.
- b) Emisión de olores. Los olores generados por la fuente, con una determinada concentración, son emitidos al exterior por cada fuente dependiendo de sus

características (caudal de aire emitido, área superficial de la fuente,...). La emisión de cada fuente se expresa en unidades de olor por hora (uo/h).

c) Inmisión de olores, los olores emitidos por la fuente son transportados hacia el entorno. Para calcular los niveles de inmisión en los alrededores, se tratan las concentraciones de emisión mediante modelos matemáticos de dispersión considerando las características climatológicas y geográficas de la zona, obteniendo el correspondiente mapa de olor, definido por isolíneas de olor o isodoras, líneas formadas por puntos de igual concentración de olor representadas sobre mapas geográficos de la zona. En este caso, la concentración de inmisión de una fuente, representada por cada isodora, en el entorno se mide en unidades de olor por metro cúbico (uo/m³).

Por tanto, los mapas de olor representan una manera de establecer cómo se propagan los olores producidos alrededor de la instalación y cómo afecta a sus inmediaciones. Para determinar las medidas correctoras necesarias, inicialmente se estiman las reducciones alcanzables sobre la emisión de olor tras la aplicación de dichas medidas y considerando estas estimaciones se recalculan las líneas isodoras, pudiéndose observar el efecto producido en la aplicación de las medidas correctoras propuestas.

El estudio olfatométrico, realizado por Labaqua durante el mes de septiembre de 2009, se centró en comprobar los procesos de la planta que según el EIA producen olores: recepción de residuos y procesado de los mismos (reciclaje, triturado, cribado...), naves de fermentación y/o maduración de la materia orgánica y, las instalaciones de lixiviados y del vertedero. Como cada una estas zonas están dotadas de un sistema de ventilación y desodorización por biofiltros, el informe presentado se centra en evaluar el rendimiento de éstos. Así, se determinó que la planta de Les Canyades tiene un nivel de emisión de olor puntual, cuyo mayor foco es el filtro de la nave de compostaje que triplica su emisión cuando se realizan las operaciones de volteo del compost. Durante la olfatometría, el rendimiento del sistema de desodorización del scrubber junto al biofiltro de la nave de compostaje fue del 11,6%, y del resto de biofiltros del 68 y 82,6%. Por otra parte, la emisión de olor del vertedero de rechazos fue muy baja y se encontraba dentro del rango de lo esperable debido a que la explotación del vaso comenzó hace menos de un año. Sin embargo, el filtro de carbón de la extracción de olores de la balsa de lixiviados no funcionaba correctamente y parece mal dimensionado con respecto al tamaño de la balsa. Respecto a la inmisión de olor, la Isodora de 5 uo/m³ (límite marcado en la Autorización Ambiental Integrada, AAI) no alcanza los núcleos urbanos. Sin embargo, es a partir de 1,5 uo/m³ cuando se pueden producir molestias y está isodora alcanza las zonas de La Merced, El Poblet y Cala D'Or cuando se voltea el compost diariamente.

Además, se envían al Instituto Nacional de Toxicología, varias muestras de aire tomadas en la zona del El Poblet, para determinar la toxicidad de las mismas. En el informe remitido se puntualiza que *“la toxicidad de cualquier producto, está determinada por su concentración, más que por su composición. Ya que cualquier componente considerado inocuo en concentraciones elevadas se convierte en tóxico. La toxicidad la marca la sintomatología que produce, razón por la cual se correlacionan los niveles de un determinado tóxico con las manifestaciones clínicas del mismo”*. Por tanto, la presencia de una sintomatología está directamente asociada a unos niveles mínimos de toxicidad. Por ejemplo, en el caso del sulfuro de hidrógeno se observa conjuntivitis e irritación ligera de

las vías respiratorias para niveles de 50-100 ppm y se considera que su olor es detectable a 0,002-0,13 ppm. Sin embargo, el amoniaco es apreciable a partir de 53 ppm, pero no provoca irritación hasta superar las 408 ppm. Como conclusión al estudio, se determina que los niveles encontrados para estos compuestos están por debajo de los máximos legales (<0,00347 ppm y <0,0016 ppm, respectivamente) y, por tanto, no tienen acreditado que produzcan sintomatología alguna.

Paralelamente, los vecinos de las zonas afectadas por molestias generadas por la planta de Les Canyades interponen las quejas, individualmente por un vecino de Cala D'Or (26 de octubre 2009) y colectivamente por el Presidente de la Asociación de Vecinos del Sector Norte (20 de noviembre 2009), ante el Sindic de Greuges de la Comunidad Valenciana. El Sindic, al amparo de la a ley 11/1988 artículo 9.1, con el objeto de efectuar una completa investigación solicita la información existente respecto a este tema, al Ayuntamiento de El Campello y a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana.

Por una parte, el Consistorio, dentro de sus competencias, informa (26 de octubre y 18 de noviembre de 2009) a la Conselleria de los problemas de malos olores registrados en la zona norte, que han sido corroborados por la Policía Local y que su percepción es posible en un área cada vez más amplia. Además, indican que la propia planta ha reconocido un mal funcionamiento de los biofiltros que procederán a cambiar, suponemos que como resultado del estudio olfatométrico independiente que se acordó realizar, pues en el ayuntamiento no hay constancia de haber recibido los resultados de dicho estudio. Así, solicitan a la Conselleria que la empresa gestora de la planta (FCC) adopte las medidas correctoras que permitan ejercer la actividad sin molestar al entorno, y que adopten las medidas preventivas adecuadas para disminuir las molestias ocasionadas a los vecinos.

Por su parte, la Dirección General para el Cambio Climático de la Conselleria detalla que FCC ha informado del protocolo de emergencia para el derrame de lixiviados, el estudio olfatométrico de la instalación y las medidas correctoras propuestas. Habiendo aconsejado a la empresa a que realice las medidas correctoras anteriormente citadas y que las complemente con un nuevo estudio de dispersión teniendo en cuenta las características geográficas de la zona.

Igualmente, el Sindic de Greuges de la Comunidad Valenciana recomienda a ambas administraciones públicas: *“que adopten los acuerdos que se estimen necesarios para lograr que se apliquen, cuanto antes, todas las medidas correctoras para eliminar los fuertes olores generados por la planta de tratamiento de residuos y que injustamente están soportando los vecinos afectados, cuyos derechos constitucionales a la inviolabilidad del domicilio, a la protección de la salud, a un medio ambiente adecuado y a una vivienda digna, están siendo vulnerados (Constitución española, art. 18, 43, 45 y 47).*

El 26 de noviembre 2009 se acuerda la creación de una Comisión de Seguimiento local, con representación del Ayuntamiento, de los diferentes grupos políticos que lo conforman, de la propia planta, Asociación de Vecinos y del Consorcio. La primera reunión tiene lugar el 18 de enero de 2010, donde el jefe de planta cuenta todas las medidas correctoras propuestas, cuáles han sido ya ejecutadas y las pendientes. Posteriormente, la Comisión realiza una vista a la planta (26 de febrero de 2010) para corroborar dichas mejoras, indicándose que para ello sería necesario registrar en

documentos de seguimiento y medición, con la aportación de la documentación necesaria, todas las medidas o incidencias.

A partir de este punto, se enumera cada medida y se indican los resultados obtenidos o pendientes:

1. Reducción del frente de vertido.

Las balas producidas en el foso de recepción son llevadas al vaso de vertido, que se sella diariamente cuando alcanza 3 alturas de bala.

2. Supresión del volteo mecánico nocturno en área de maduración.

Este se realiza según las condiciones del compost, en horario de 8 a 20 horas, pero no se sabe si, además, tienen en cuenta las condiciones meteorológicas favorables para dicha actividad.

Respecto a este punto, el Ayuntamiento realiza varias gestiones para tener acceso a los datos meteorológicos de la planta, y coloca una estación meteorológica externa, con el fin de crear un portal web de gestión medioambiental PURENVIRO (solicitado a la empresa Termigo microclimas), con acceso desde la pagina del Ayuntamiento, con información meteorológica en tiempo real y previsiones, gestión de reclamaciones mediante mapas, generación de informes y estadísticas. En funcionamiento desde septiembre de 2010, actualmente no existe.

3. Canalización y conducción de lixiviados en el área de prensado.

4. Cerramiento de puertas de rechazos dejando sólo abiertas las portillas de balas.

Afirman haber establecido una persona encargada de la apertura y cierre de las puertas de las naves, minimizando el tiempo de apertura y los errores de la apertura eléctrica.

5. Uso de una sola parte del foso. Vigilancia exhaustiva de maniobras de descarga.

6. Mantenimiento exhaustivo del filtro de carbón activo de la balsa de lixiviados.

Han comprobado que hay que lavar el filtro una vez al mes y que este aguanta unos 20 lavados. Manteniendo un registro de las mediciones de dicho filtro.

7. Volteo y reacondicionamiento de la biomasa de los biofiltros.

La apariencia de los biofiltros es la correcta, ya que se encuentran humedecidos. Como posible medida correctora posterior, si los olores siguen persistiendo en el entorno, plantean el cerramiento de los biofiltros, para emitir en altura.

Tras la visita se observa que los biofiltros se estaban regando por aspersión, pero como los olores no remiten se solicita realizar la cubrición de los mismos, entonces la humidificación será por humectación, obras finalizadas en enero de 2011, y en periodo de pruebas durante febrero, y se realiza una nueva visita de comprobación (1 de febrero). Observándose que la chimenea es más baja que el resto de naves y junto a un talud de gran altura, sigue quedando encajada en el valle de la planta dificultando la dispersión. Se solicita ampliar altura de la chimenea, importante medida para eliminar el olor en la nave de compostaje 441.10^6 uo/h y durante el volteo 2835.10^6 uo/h (x 6,5 veces). Solicitándose

a la empresa una nueva comprobación del rendimiento de los biofiltros mediante olfatometría dinámica y dispersión en el entorno, de la cual no se tiene constancia.

8. Recompactación exhaustiva de las capas de cobertura intermedia.
Cada dos semanas se realiza el sellado.

9. Mantenimiento exhaustivo de la biomasa de los biofiltros.
Seguimiento diario de la humedad y la temperatura de los mismos, recogiendo dichos datos en un registro de mantenimiento.

10. Realización de campañas de mediciones en biofiltros.
Una vez realizadas las medidas correctoras 7 y 9, en enero de 2010, la empresa STRENGTHS afirman haber obtenido un rendimiento medio del 87% y 95%, siendo este aceptable, aunque mejorable.

Recordemos, que La Labaqua realizó el mismo estudio tres meses antes, sin haberse aplicado ninguna de las medidas, obteniendo valores en el biofiltro de la nave del compost de sólo un 11%, el resto del 66 y 82%.

11. Contratación de una persona encargada exclusivamente del seguimiento medioambiental.

12. Ampliación del estudio olfatométrico realizado, con un estudio de dispersión.
Solicitado por Conselleria el 8 de septiembre de 2009, que suponemos es el realizado por la empresa STRENGTHS mencionado anteriormente. Obteniéndose niveles olfatométricos por debajo de 5uo marcados en la AAI.

13. Atención metódica de las reclamaciones que pudieran producirse.
Por parte del ayuntamiento se atienden en todos los casos.

14. Clausura de las actuales rejillas e instalarlas en la parte superior de los cerramientos.

15. Cambio de la biomasa de los biofiltros, si su volteo y reacondicionamiento no es efectivo.

Medida desestimada, ya que el estudio de rendimientos de los biofiltros indica que son efectivos y que no procede su reposición.

16. Desgasificación activa de la superficie del vertedero, mediante la instalación de una antorcha

17. Arreglo de las puertas del foso y clausura de huecos en fachada.

18. Instalación de una cortina de desodorización química.
Dicha instalación ya está realizada, aunque no está en marcha. Dicha cortina sólo está instalada en el perímetro de foso del vertido. Cuenta con un anemómetro que indica a las chimeneas cuando el viento sopla en dirección a El Campello, entonces éstas se ponen en marcha emitiendo compuestos neutralizadores de malos olores (instalada por la empresa VITALFLUITEX, <http://vitalfluitech.com>).

En una nueva reunión de la Comisión (12 abril 2010) se solicita, ante la persistencia de los olores, la colocación de una nueva cortina de desodorización más alta que la existente y la cubrición de los biofiltros, comentada anteriormente.

19. La balsa de lixiviados se mantendrá por debajo de la mitad de su capacidad.

Según la AAI, se les obliga a llevar un control con inspecciones periódicas de Doncellería y del Consorcio. Han recibido visitas de la Confederación Hidrográfica y del Seprona, verificando su correcto funcionamiento.

La depuradora de la balsa de lixiviados está en funcionamiento utilizando inicialmente cascara de almendra como combustible, hasta la existencia de biogás suficiente para su funcionamiento.

20. Los biofiltros dispondrán de control de humedad que evite su secado.

21. Se procederá a la canalización de las emisiones de los biofiltros.

22. Control y seguimiento de la salud de los trabajadores, cumpliendo la normativa OSHAS de prevención de riesgos laborables.

El Ayuntamiento, no sólo preocupado por las quejas vecinales de malos olores, sino también por los problemas de salud que puedan ocasionar solicita varios estudios sobre los niveles de contaminación y toxicidad del aire en la zona. La empresa encargada es Labaqua, realizando medidas de sulfuro de hidrógeno, amoníaco y compuestos orgánicos volátiles (COV), que en algunos casos estos últimos sólo se centran en mercaptanos (compuestos azufrados). El muestreo se realiza en 6 u 8 puntos distribuidos por toda la zona norte del término de El Campello, utilizando captadores pasivos que precisan de una toma de muestra de 9 días. Las conclusiones obtenidas de los 5 estudios realizados, entre septiembre de 2009 y agosto de 2010, que los niveles se encuentran por debajo de los límites de percepción olfativa, haciéndose hincapié en que los niveles indicados son valores medios del periodo de nueve días.

Además, a esta empresa se encarga una nueva olfatometría dinámica para primavera y un estudio para realizar un nuevo mapa de olor. Estos estudios se realizan en junio de 2010, con una nueva medición del rendimiento de los filtros, en las instalaciones de la planta, una vez aplicadas todas las medidas correctoras excepto la cubrición de los biofiltros. Como resultados se obtienen rendimientos del 92% en el filtro selección-metanización, del 63,5% en el de compostaje, por tanto han mejorado respecto del estudio de septiembre (realizado por Labaqua) y empeorado desde el estudio de enero (empresa Stregths). Respecto al mapa de olor, marcan que el nivel 1,5 uoE/m³ alcanza una distancia de 6 Km dirección sudoeste a la planta, alcanzando las poblaciones de La Merced, El Poblet y Cala D'Or, encontrándose por debajo del nivel de 5uo marcado en la AAI, pero estando dentro de los niveles de percepción. Además, se comprueba que durante las condiciones de volteo los olores se multiplican por seis.

Las quejas siguen llegando al Ayuntamiento, y para gestionarlas se decide crear un protocolo de registro, mediante una tabla donde se registren las quejas vecinales (policía local), la actividad de la planta (planta) que se produce en ese momento y las condiciones

meteorológicas. Pero sólo se ha tenido acceso a la tabla con los días de quejas registrados, pero no con la información complementaria.

Las gestiones realizadas por el Consistorio para dar una solución a los problemas de olor sufridos por los vecinos de la zona norte, no son sólo las resumidas aquí. Si no que paralelamente se han realizado varias consultas y reuniones con la Doncellería de Medio Ambiente, Centros de Salud, el Consorcio de la zona XV, Subdelegación General de Asuntos Legales Comunitarios o el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, que se han omitido, pues no aportan datos experimentales a este estudio.

B2. Determinación las sustancias, potencialmente contaminantes, causantes de los malos olores registrados en la zona norte del término municipal de El Campello.

En base a los estudios previos realizados en la zona por parte de empresas externas (ver apartados anteriores), así como a lo acordado en el contrato del presente informe, centrado principalmente en solucionar los olores generados por la planta de tratamiento integral de residuos sólidos urbanos, instalada en el municipio del El Campello, se decidió analizar el comportamiento de los compuestos orgánicos volátiles presentes en la zona de estudio, dejando a un lado los análisis de amoníaco, sulfhídrico, ya que sus concentraciones parecen encontrarse en niveles inferiores a los valores límite establecidos en el Real Decreto 102/2011.

B2.1 Los compuestos orgánico volátiles (COVs).

Son COVs todos los compuestos químicos orgánicos que se presentan en estado gaseoso a temperatura ambiente, o que son muy volátiles a dicha temperatura. Concretamente, son considerados volátiles aquellos compuestos con presiones de vapor superiores a 0,1 mm Hg y que, por tanto, se encuentran presentes en la atmósfera principalmente en fase gaseosa, pudiéndose dispersar con facilidad y causar olores intensos. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

Los COVs son liberados a la atmósfera como resultado de actividades humanas tales como el tráfico, el uso de disolventes, la producción de energía (principalmente en la quema de combustibles como gasolina, madera, carbón o gas natural) y la actividad industrial (generalmente disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos y aromatizantes). Las principales fuentes antropogénicas de este tipo de contaminantes son el uso de disolventes y el transporte, responsables de más del 90% de las emisiones en Europa. Aproximadamente el 50% de las emisiones totales de estos compuestos corresponden a hidrocarburos, tanto alifáticos como aromáticos, seguidos de alquenos, ésteres, derivados glicólicos, aldehídos, cetonas, alquinos e hidrocarburos halogenados.

La vegetación, los abonos y la oxidación de materia orgánica natural también emiten importantes cantidades de COVs, principalmente isopreno seguido de otros terpenos como *alfa*- y *beta*-pineno. De hecho, a escala global, las emisiones de hidrocarburos biogénicos sobrepasan considerablemente las de los antropogénicos.



Isopreno



α -Pineno



β -Pineno

Estructura de los principales COVs biogénicos

Los efectos de los compuestos orgánicos sobre la salud humana son muy variados dependiendo de su naturaleza química. Se absorben fácilmente a través de los pulmones (por inhalación) y del tracto digestivo (por ingestión), siendo transportados rápidamente por todo el organismo a través de la sangre. La exposición aguda a los COVs puede causar irritación de los ojos y las vías respiratorias, dolor de cabeza, mareo, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náusea y trastornos de la memoria. Sin embargo, los efectos más nocivos tales como lesiones del hígado, los riñones y el sistema nervioso central o cáncer, son causados por la exposición crónica. De entre todos los COVs, el benceno es posiblemente el más tóxico, pudiendo ocasionar problemas hematológicos y cáncer. Los daños directos causados por los COVs antropogénicos en la vegetación a las concentraciones ambientales normales son insignificantes; de hecho, el principal efecto (indirecto) sobre la plantas es su contribución a la formación fotoquímica de ozono, contaminante altamente fitotóxico que puede ocasionar importantes daños sobre los cultivos y la vegetación natural tales como reducción de la masa foliar, aparición de manchas en las hojas, necrosis, etc. Además de los mencionados daños sobre la vegetación, el ozono troposférico puede producir efectos nocivos sobre la salud, en especial sobre los grupos de población más vulnerables como ancianos, niños y personas con enfermedades respiratorias crónicas. Por otra parte, su capacidad para absorber radiación en la región infrarroja del espectro electromagnético lo convierte en un potente gas de efecto invernadero, contribuyendo también al cambio climático.

La peligrosidad para la salud pública por la presencia de estos compuestos está prácticamente sin regular por la legislación en vigor, y se limita (Directiva 2008/50/CE) a dar valores máximos promedio para alguno de ellos, como el benceno ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales).
















A continuación se muestra la tabla con algunos de los valores guía fijados por la OMS para los compuestos con efectos potencialmente tóxico y/o carcinogénico sobre los seres vivos:

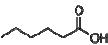














Compuesto	Valor Guía OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo de promedio
1,2-Dicloroetano	700	24 h
Diclorometano	3000	24 h
	450	1 semana
Estireno	70	30 minutos
Tetracloroetileno	250	-
Tolueno	1000	30 minutos

















De igual forma, para el resto de compuestos orgánicos (a excepción del benceno), encontrados habitualmente en aire ambiente, no existe una normativa fijada para aire ambiente, aunque sí existe regulación en el ámbito ocupacional, donde las exposiciones a estos compuestos son mucho mayores que las de niveles ambientales, pero pueden darnos una idea de las concentraciones tóxicas:
















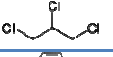






Compuesto	Tipo de exposición	Período promedio	Valor límite
Benceno	Ambiental	1 año civil	5 µg/m ³
	Ocupacional	8 h	1620 µg/m ³
Tolueno	Ocupacional	8 h	377 mg/m ³
	Ambiental	30 minutos	1000 µg/m ³
Xilenos	Ocupacional	8 h	343 mg/m ³
Etilbenceno	Ocupacional	8 h	434 mg/m ³

Tras revisar la bibliografía existente, relativa a contaminación de vertederos y plantas de compostaje, se han encontrado una gran variedad de compuestos a estudiar. Los más habituales se muestran en la tabla siguiente.

Nº	COV's	Fórmula	Peso Molecular	Otros nombres	CAS number
1	Acenaphthylene		152.19	Cycopenta(de)naphthalene, Acenaphthalene	208-96-8
2	Acetic acid		60.05	Ethanoic acid; Methanecarboxylic acid	64-19-7
3	Acetone		58,04	2-Propanone; dimethyl ketone	67-64-1
4	Acrolein		56,06	Ethylene Aldehyde; Acrylic Aldehyde	107-02-8
5	Acrylonitrile		53,06	Cyanoethene vinylcyanide	107-13-1
6	Ammonia	NH ₃	17.031	Azane; Hydrogen nitride Trihydrogen nitride	7664-41-7
7	Benzaldehyde		106	benzoic aldehyde	100-52-7
8	Benzene (*)	C ₆ H ₆	78.11	Benzol	71-43-2 174973-66-1
9	Bromoform	CH Br ₃	252.63	Tribromomethane; Methyl tribromide Methenyl tribromide	75-25-2
10	Butanal		72.11		68648-78-2
11	butanol		74.0	Butyric alcohol; Butyl alcohol Propylcarbinol	71-36-3 35296-72-1
12	2-Butanone		72.11	Methyl ethyl ketone; Methylpropanone	78-93-3
13	2,3-butanedione		86.08	Diacetyl; Biacetyl; Dimethyl diketone	431-03-8
14	2-Butoxyethanol		118.17	butyl cellosolve; butyl glycol ethylene glycol	111-76-2
15	Butyl acetate		116.16	Butyl ethanoate; n-butyl ester; Butile	123-86-4
16	Butyl formate	CH ₃ (CH ₂) ₃ OCHO	102.13	Formic acid butyl ester	592-84-7
17	tert-Butylmethylether		88.15	2-Methoxy-2-methylpropane	1634-04-4
18	Butyric acid		88.11	Butanoic acid; Propanecarboxylic acid 1-Propanecarboxylic acid	107-92-6
19	Camphene		136.24	2,2-dimethyl-3-methylene- bicyclo[2.2.1]heptane	79-92-5 565-00-4

20	Caproic acid		116.16	Hexanoic acid	142-62-1
21	Carbon disulfide (*)	CS ₂	76.139	Dithiocarbonic Anhydride sulfocarbonic anhydride	75-15-0
22	Carbon tetrachloride (*)	CCl ₄	153.82	Tetrachloromethane Methane tetrachloride Perchloromethane	56-23-5
24	Chlorobenzene (*)		112.56	benzene chloride; Phenyl chloride monochlorobenzene	108-90-7
25	Chloroform (*)	CHCl ₃	119.38	Trichloromethane; Formyl trichloride Methyl trichloride	96612-50-9
26	Cyclohexane	C ₁₀ H ₂₀	84.16	Hexahydrobenzene	110-82-7
27	Cyclohexanone		98.15		108-94-1
28	<i>n</i> -Decane	C ₁₀ H ₂₂	142.28		124-18-5
29	Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	156.2	Decyl aldehyde; Capric aldehyde	112-31-2
30	Dichloro acetaldehyde	Cl ₂ CHCHO	112.94	2,2 - dichloro-acetaldehyde Dichloroethanal	79-02-7
31	1,2-Dichlorobenzene (o-)				95-50-1
32	1,3-Dichlorobenzene (m-)		147		541-73-1
33	1,4-Dichlorobenzene (p-)				106-46-7
34	cis-1,4-Dichloro-2-butene		125.0		1476-11-5
35	trans-1,4-Dichloro-2-butene			1,4-Dichloro-2-Butylene	110-57-6
36	1,1-Dichloroethane (*)	Cl ₂ CH-CH ₃	98.96	ethylidene dichloride	75-34-3
37	1,2-Dichloroethane	ClCH ₂ -CH ₂ Cl	98.96	Ethylene dichloride; Ethane dichloride	1300-21-6 107-06-2 52399-93-6
38	Dichloroethylene		96.94	1,1-Dichloroethene vinylidene chloride	75-35-4
39	dichloromethane (*)	CH ₂ Cl ₂	84.93	Methylene chloride, methylene dichloride	75-09-2
40	1,2-Dichloropropane		112.99	Propylene dichloride	78-87-5
41	Dimethyl disulfide		94.2	(Methyldisulfanyl)methane Methyldithiomethane;	624-92-0
42	Dimethyl sulfide		62.13	Methylsulfanylmethane Methyl thioether; Methylthiomethane	75-18-3
43	<i>N,N</i> -Dimethylformamide		73.09	<i>N,N</i> -Dimethylmethanamide	68-12-2
44	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	46.07	Ethyl alcohol; Ethyl hydrate; carbinol; Methylcarbinol Ethylol	67-56-1
45	Ethyl acetate		88.11	Ethyl ethanoate; Ethyl ester; Acetic ester	141-78-6
46	Ethyl mercaptan	CH ₃ CH ₂ SH	62.13	Ethanethiol	75-08-1
47	Ethylbenzene		106.17	Ethylbenzol; phenylethane	100-41-4
48	Formic acid	CHCO ₂ H	46.03	Methanoic Acid; Hydroxymethanone Hydrogen carboxylic acid	64-18-6
49	Heptanal	C ₆ H ₁₃ CHO	114.18	Enanthaldehyde; n-Heptyl Aldehyde	111-71-7
50	Heptane	C ₇ H ₁₆	100.2	Heptyl hydride; Dipropylmethane;	142-82-5
51	Heptanoic acid	C ₆ H ₁₃ COOH	130.18	Enanthic acid; Oenanthic acid <i>n</i> -Heptylic acid	111-14-8

52	Hexanal	$C_5H_{11}CHO$	100.06	Hexanaldehyde; Capronaldehyde	66-25-1
53	<i>n</i> -Hexane	C_6H_{14}	86.18		110-54-3
54	Hydrogen sulfide (*)	H_2S	34.08	Dihydrogen monosulfide Dihydrogen sulfide; Hydrosulfuric acid	7783-06-4
56	Isobutanol		74.122	2-methyl-1-propanol; Isobutyl alcohol 2-methylpropyl alcohol	78-83-1
57	Isobutyric acid		88.11	2-Methylpropanoic acid; Valerianic; Isobutanoic acid	79-31-2
58	Isocyanatocyclohexane		125.17	Cyclohexyl isocyanate Isocyanato-cyclohexan	3173-53-3
59	Isopropanol		60.1	isopropyl alcohol; 2-propanol	67-63-0
60	Isopropylbenzene		120.19	(1-methylethyl)benzene 2-phenylpropaneCumene	98-82-8
61	Isothiocyanatocyclohexane		141.23	Cyclohexyl isothiocyanate	1122-82-3
62	Isovaleric acid		102.13	3-Methylbutanoic acid Isopentanoic acid	503-74-2
63	Limonene		136.24	1-methyl-4-(1-methylethenyl)- cyclohexene 4-isopropenyl-1-methylcyclohexene	5989-27-5
64	Methyl acetate		74.08	Methyl ethanoate	79-20-9
65	Methylcyclohexane		98.19	Hexahydrotoluene; Cyclohexylmethane	108-87-2
66	<i>N</i> -Methylformamida		59.07	Methylformide	123-39-7
67	Methylisobutylketone		100.16	4-Methylpentan-2-one; Isopropylacetone	108-10-1
68	Methyl mercaptan	CH_3SH	48.1	Methanethiol; mercaptomethane thiomethyl alcohol	74-93-1
69	Methyl methacrylate		100.12	methyl 2-methylpropenoate 2-(methoxycarbonyl)-1-propene	80-62-6
7.0	1-Methylnaphthalene		142.20	α -methylnaphthalene	90-12-0
71	2-Methylnaphthalene	$C_{11}H_{10}$		β -methylnaphthalene	91-57-6
72	Methyl propionate	$CH_3CH_2COOCH_3$	88.0	Methyl propanoate Propionic acid methyl ester	554-12-1
73	Naphthalene (*)		128.17	bicyclo[4.4.0]deca-1,3,5,7,9-pentene	91-20-3
74	1-Nitrobutane	$CH_3(CH_2)_3NO_2$	103.12		627-05-4
75	Nonanal	$C_8H_{17}CHO$	142.23	Nonanaldehyde; Nonaldehyde Pelargonaldehyde	124-19-6
76	<i>n</i> -Nonane	C_9H_{20}	128.26		111-84-2
77	Octane	C_8H_{18}	114.23		111-65-9
78	1-Octanol	$C_8H_{18}O$	130.23	Capryl alcohol; Octyl alcohol	111-87-5
79	Pentanal	C_4H_9CHO	86.13	Pentanaldehyde; Valeric aldehyde	110-62-3
80	Phenol		94.11	Benzenol; Hydroxybenzene	108-95-2

81	α -Pinene		136.23	(1S,5S)-2,6,6-Trimethyl bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	80-56-8
82	β -Pinene			6,6-dimethyl- 2-methylene; bicyclo [3.1.1] heptanes;	127-91-3
83	Propanal		58.08	Methylacetaldehyde; propionic aldehyde	123-38-6
84	Propionic acid		74.08	propanoic acid; ethanecarboxylic acid	79-09-4
85	Propylbenzene		120.19	1-phenylpropane; Isocumene Phenylpropane	103-65-1
86	Pyridine		79.1	Azabenzene; Azine	110-86-1
87	Styrene (*)		104.15	Ethenylbenzene; Vinyl benzene Cinnamene; phenylethene	100-42-5
88	1,1,2-Tetrachloroethane		167.85	Acetylene tetrachloride	79-34-5
89	Tetrachloroethene (*)		165.83	Tetrachloroethylene Perchloroethene; Perchloroethylene;	127-18-4
90	Tetrahydrofuran		72.11	Oxolane; 1,4-epoxybutane; furanidine Oxacyclopentane; cyclotetramethylene oxid	109-99-9
91	Toluene (*)		92.13	Methylbenzene phenylmethane	108-88-3
92	2,4,6-Trichloroaniline		196.46		634-93-5
93	1,2,4-Tribromobenzene		314.80		615-54-3
94	1,2,4-Trichlorobenzene		181.45		120-82-1
95	1,1,1-Trichloroethane	CH_3CCl_3	133.40	methyl chloroform; chloroethene	71-55-6
96	1,1,2-Trichloroethane	$\text{ClCH}_2\text{CHCl}_2$	133.40	vinyl trichloride; beta-trichloroethane	79-00-5
97	Trichloroethene (*)		131.39	Trichloroethylene ; Trilene 1,1-Dichloro-2-Chloroethylene Acetylene Trichloride; Trethylene	79-01-6
98	1,2,3-Trichloropropane		147.43	Allyl trichloride; Glycerol trichlorohydrin	96-18-4
99	1,2,4-Trimethylbenzene		120.19	Pseudocumene; psi-cumene	95-63-6
100	1,3,5-Trimethylbenzene		120.19	Mesitylene	108-67-8
101	n-Undecane	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	156.31		1120-21-4
102	Valeric acid	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	102.13	Pentanoic acid Butane-1-carboxylic acid	109-52-4
103	Vinyl acetate		86.09	Ethenyl acetate; acetoxyethene, Ethenyl ethanoate	108-05-4
104	o-Xylene (*)				95-47-6
105	m-Xylene (*)		106.16	Dimethylbenzene; Xilol	108-38-3
106	p-Xylene (*)				106-42-3

Por supuesto, existen otros muchos compuestos, como aminas y diaminas alifáticas, sulfuros alquílicos, diversos mercaptanos, etc. La metodología empleada para el análisis de muestras realizado en este estudio (ver apartados siguientes), permite la detección de todos ellos, siempre que se encuentren en concentraciones apreciables.

B2.2. Mecanismo de propagación y transformación de las sustancias en la atmosfera en la zona en la que se presentan las molestias.

La presencia de hidrocarburos no metánicos y de compuestos orgánicos volátiles se atribuye a una serie de posibles causas, siendo las fuentes antropogénicas más comunes: gases de escape de vehículos a motor, evaporación de disolventes, procesos industriales, eliminación de residuos sólidos y quema de combustibles fósiles.

Hay que tener presente, además, que en la zona de estudio, el alto índice de radiación solar, el vapor de agua y la presencia de significativas cantidades de ozono troposférico, originan la transformación de los contaminantes primarios en contaminantes secundarios.

La capacidad de la atmósfera para dispersar y diluir los contaminantes viene determinada, principalmente, por las condiciones atmosféricas locales. Así, los factores más influyentes son la temperatura del aire, así como sus variaciones con la altura (gradiente térmico vertical), la velocidad y dirección del viento, las precipitaciones (efecto de lavado) y la radiación solar (reacciones fotoquímicas).

Por otra parte, las características topográficas y geográficas de la zona, así como la existencia de brisas marinas, valles y la presencia de masa vegetal tienen una influencia notable en los niveles de contaminantes orgánicos.

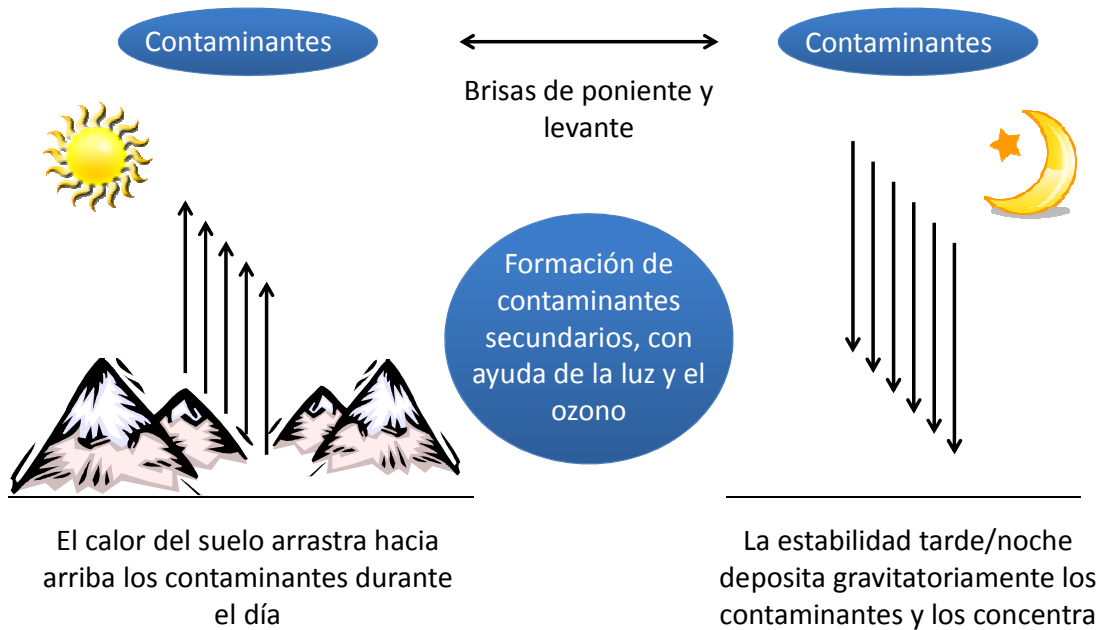
En la zona de estudio, parece no existir ningún camino directo entre valles y barrancos que permita el transporte directo de las emisiones químicas a causa del viento local. Sin embargo, deben considerarse otro tipo de fenómenos para entender la circulación de los contaminantes en los alrededores de la zona de emisión.

Así por ejemplo, cabe destacar los sistemas de brisas que tienden a originarse en las zonas costeras, ya que, durante el día, pueden desplazar los contaminantes hacia el interior (al aumentar la temperatura de la tierra el aire asciende, siendo sustituido por el aire procedente del mar), mientras que durante la noche, y con la bajada de temperatura correspondiente, la circulación de las mismas se invierte (el mar se encuentra a temperaturas mayores a las de la tierra), lo que puede desplazar a los contaminantes hacia el mar.

Además, puesto que la zona se encuentra ubicada en un valle, se generan las llamadas brisas de valle y montaña. Esto provoca una ascensión de la masa aire caliente, junto con los compuestos volátiles en él dispersos, por las laderas durante el día, y un viento descendente durante la noche, causado por el efecto inverso.

En el gráfico siguiente se presenta el mecanismo de emisión, transformación, propagación e inmisión de dichas sustancias en ausencia de visibilidad directa, que permita la transmisión desde el área de emisión a la de inmisión por los vientos de la zona. De igual forma, cabe comentar que en la zona de emplazamiento de la planta, es bastante frecuente el establecimiento de situaciones de inversión térmica que favorecen la concentración de los contaminantes emitidos, con el claro perjuicio para su concentración en el aire respirable, todo ello unido a la oxidación fotoquímica producida por la alta irradiación solar.

Límite capa de mezcla



B2.3. Metodología de muestreo y análisis.

Para la realización de la primera parte del proyecto se llevó a cabo un estudio previo de las posibles ubicaciones, de los métodos de captación y del análisis de los contaminantes existentes.

B2.4. Ubicación de los puntos de muestreo.

Desde 2010, el ayuntamiento de El Campello en colaboración con la Policía Local lleva un registro de quejas por malos olores. Atendiendo a anteriores estudios realizados por compañías externas (LABAQUA, informes de las campañas desde 2009-2010), y a las denuncias registradas por dicho motivo, parece que la zona más afectada, por la existencia de compuestos orgánicos volátiles es la que se encuentra situada al sureste de la planta.

En base a esto, y a la duración de este estudio, el periodo de toma de muestras ha comprendido desde octubre de 2011 hasta el 30 de agosto de 2012, escogiéndose diferentes ubicaciones, todas ellas próximas a las zonas en las que se concentraron el mayor número de denuncias por malos olores (coordenadas 38.46884, -0.33710, UTM X: 732652, Y: 4261185, huso 30):

- ✓ En la propia calle con la bomba a una altura de 1.5 m durante el día.
- ✓ En la propia calle con la bomba a una altura de 1.5 m durante la noche.
- ✓ En terrazas abiertas de edificios próximos a la zona.

Cabe comentar que, el mayor número de muestras se ha tomado en la calle del Oriolà (concretamente, en la urbanización Cala d'Or) ya que fue el entorno donde mayor percepción olfativa se detectó en los días que la policía dio parte de la existencia de quejas.



Zona de muestreos y ubicación de la Planta de tratamiento integral de residuos sólidos urbanos

Durante las campañas de muestreo sistemático, se prestó especial atención al protocolo de actuación del Ayuntamiento frente a las comunicaciones de los vecinos sobre la presencia de malos olores, que consiste básicamente en:

1. La policía municipal atiende las comunicaciones de los vecinos sobre olores en sus domicilios.
2. La policía municipal incluye la comunicación, confirmada o no, en un registro y comunica la denuncia a la planta.
3. Comunicación por parte de la Policía Local de la localización de los olores.
4. Un miembro del LCA se personaba en la zona y cuando se daban las circunstancias adecuadas procedía a tomar muestras del aire.
5. Las muestras se analizaban con posterioridad en el laboratorio del LCA, conservándose siempre a bajas temperaturas, y siendo analizadas en tiempos inferiores a las 72 horas.

B2.5 Captación de muestras. Métodos empleados.

Las muestras se captaron en tubos rellenos de material absorbente, haciendo pasar un volumen controlado de aire durante el tiempo necesario. Se trata por tanto de un muestreo activo que, a diferencia del pasivo, permite conocer la cantidad y el tipo de contaminantes presentes en momentos puntuales.

Comenzando con el equipo de captación, se escogieron el muestreador de gases Gerstel GS-1, que presenta las ventajas de la toma programable de hasta 10 muestras consecutivas, y que permite regular y medir los flujos de captación. Presentamos la fotografía de la bomba para tomar las muestras de aire.



Tanto el flujo, como el tiempo de captación, fueron optimizados para alcanzar una situación de compromiso entre señal obtenida para los diferentes compuestos a determinar y tiempo de muestreo. Empleándose finalmente un flujo de 0,1 L/min, es decir, un volumen total de 6 L para muestras tomadas durante una hora. Las muestras tras la captación se guardan en contenedores estancos y en el congelador hasta su análisis.

Los análisis iniciales, así como la optimización de la captación, se realizaron con tubos adsorbentes, escogiéndose inicialmente los comercializados como Carbotrap 217, formados por una mezcla de Carboxen 1000, que permiten la adsorción y posterior recuperación de una amplia gama de compuestos orgánicos, y cuyo uso está

referenciado en el método TO-17 propuesto por la EPA¹, y ha sido empleado en diferentes estudios para la determinación de compuestos orgánicos volátiles en aire.^{2,3,4,5}

Tras realizar repetidos muestreos durante varios meses, en condiciones atmosféricas diferentes, se determinó que el material adsorbente no era el más adecuado para el tipo de análisis realizado, por lo que se procedió a un estudio de diferentes materiales adsorbentes con el fin de optimizar la captación. Escogiéndose finalmente el Tenax-TA (posiblemente el material adsorbente más empleado, consistente en un polímero poroso hidrofóbico de óxido de poli (2,6-difenil-*p*-fenileno))-para llevar a cabo los posteriores muestreos. Dicho material es capaz de retener y recuperar una amplia variedad de familias de compuestos orgánicos volátiles,^{6,7,8,9} y las señales obtenidas con los mismos triplican la sensibilidad lograda con los anteriores.

B2.6 Análisis de las muestras

El análisis de las muestras se llevó a cabo mediante termodesorción acoplada a cromatografía de gases y espectrometría de masas (TD-CG/EM)^{*}, empleando una trampa criogénica (CIS), refrigerada con nitrógeno líquido para concentrar los diferentes analitos, y posterior desorción, separación cromatográfica y análisis.

La TD-CG/EM, es una técnica ampliamente utilizada para la determinación de compuestos orgánicos presentes en fase vapor y que, más recientemente, se ha podido aplicar al análisis de la materia particulada mediante la realización de algunas modificaciones en el equipo de termodesorción.^{10,11,12} El empleo de dicho método elimina las etapas de

¹ EPA Compendium of Methods for Determination of Toxic Organic COmpounds in Ambient Air, Second edition, Jan 97 Method TO-17.

² J. Leach, A. Blanch, A. C. Bianchi, *Atmospheric Environment* 1999, 33, 4309-4325.

³ E. Gallego, F.J. Roca, J.F. Perales, X. Guardino, M.J. Berenguer, *Science of the Total Environment* 2008, 402, 130-138.

⁴ M. Komenda, E. Parusel, A. Wedel, R. Koppmann, *Atmospheric Environment* 2001, 35, 2069-2080.

⁵ G. Sangiorgi, L. Ferrero, M. G. Perrone, E. Bolzacchini, M. Duane, B. R. Larsen, *Environmental Pollution* 2011, 159, 3545-3552.

⁶ E. Gallego, F. J. Roca, J. F. Perales, X. Guardino, *Talanta* 2010, 81, 916-924.

⁷ Y. Zhang, D. Yue, J. Liu, P. Lu, Y. Wang, J. Liu, Y. Nie, *Journal of Environmental Management* 2012, 101, 54-58.

⁸ J.-H. Lee, S. Kim *Energy and Buildings* 2012, 46, 56-61.

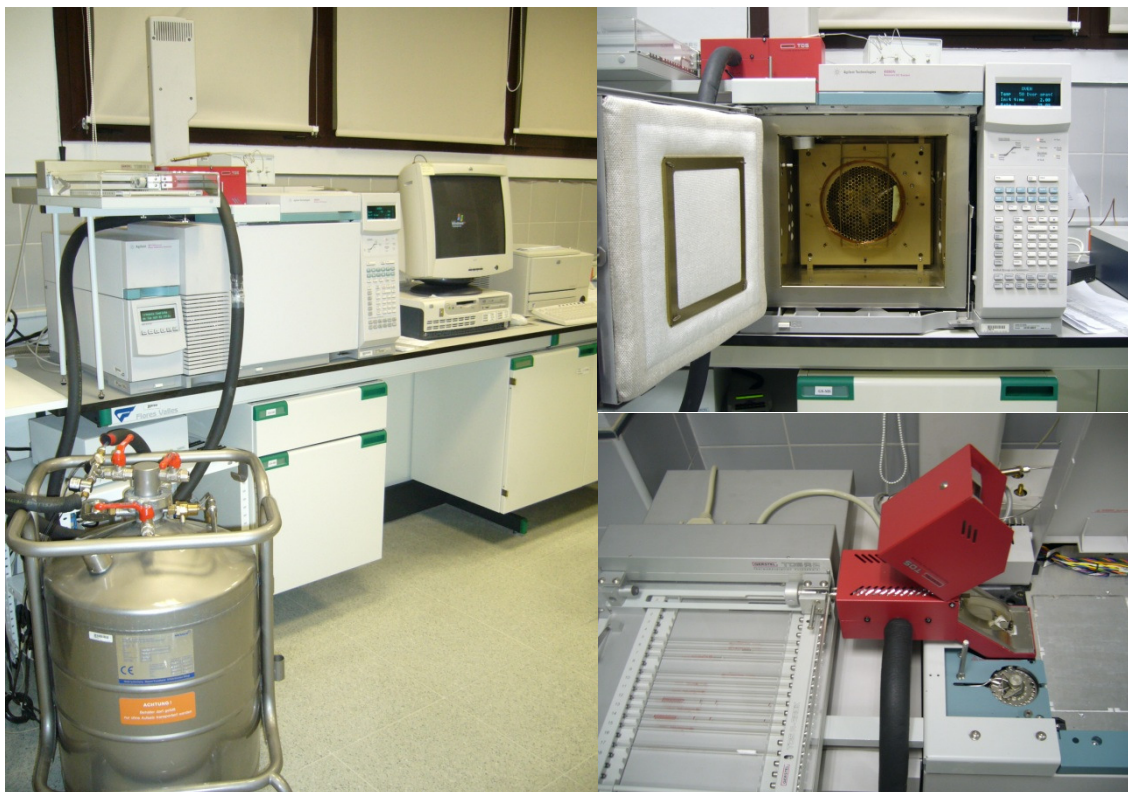
⁹ O. Terzic, I. Swahn, G. Cretu, M. Palit, G. Mallard *Journal of Chromatography A* 2012, 1225, 182-192.

^{*} TD.- Termodesorción: Es un sistema multifuncional para la extracción térmica de sustancias volátiles y semi-volátiles de un adsorbente y/o para la extracción térmica directa de sustancias volátiles adsorbidas en sólidos sin preparación de la muestra. CG.- Cromatografía de gases: Sistema que permite separar los compuestos orgánicos en forma gaseosa en función de su tamaño y polaridad. EM.- Espectrometría de masas: Sistema que permite identificar los compuestos químicos a partir de iones derivados de la molécula a estudiar.

¹⁰ D. Waterman, B. Horsfield, F. Leistner, K. Hall, S. Smith, *Analytical Chemistry* 2000, 72, 3563-3567.

¹¹ A.H. Falkovich, Y. Rudich, *Environmental Science and Technology* 2001, 35, 2326-2333.

extracción y separación, lo que evita el uso de disolventes, requiere una cantidad de muestra considerablemente menor, y no exige de una compleja manipulación de las muestras.



Equipo (TD-CG-EM) empleado para la extracción y análisis de las muestras.

La elección de este tipo de análisis se basa en la experiencia del LCA en el uso de este tipo de equipos, tanto en puesta a punto de nuevas metodologías,¹³ como en el análisis de muestras reales y su relación con los fenómenos meteorológicos.^{14,15}

Las condiciones para la termodesorción y la cromatografía de gases-masas también fueron optimizadas para ser capaces de analizar más de 50 contaminantes orgánicos de forma simultánea.

Las condiciones resumidas se muestran a continuación:

- Termodesorción (Gerstel TDS2/TDSA): $T_{\text{inicio}} 60^{\circ}\text{C}$, modo solvent venting (purge time 3 min), Rampa de T de $60^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta 300° (5 minutos). Se empleó un flujo total de 50 mL/min.

¹² S.S. Hang Ho, J. Zhen Yu, *Journal of Chromatography A* 2004, 1059, 121-129.

¹³ J. Gil-Moltó, M. Varea, N. Galindo, J. Crespo, *Journal of Chromatography A* 2009, 1216, 1285-1289.

¹⁴ M. Varea, N. Galindo, J. Gil-Moltó, C. Pastor, J. Crespo, *Journal of Environmental Monitoring* 2011, 13, 2471-2476.

¹⁵ N. Galindo, M. Varea, J. Gil-Moltó, E. Yubero, J. Nicolás, *Water Air Soil Pollut* 2011, 215, 365-372.

- CIS: T_{inicio} -150°, rampa de T de 12 °C/s hasta 300°C (2 min).
- Cromatografía de gases (Agilent 6890): T_{inicio} 35°C (5 min), rampa de 7°C/min hasta 100°C, rampa de 10°C/min hasta 170 (5 min) y rampa final de 45°C/min hasta 280 (10 min). El flujo de gas portador, helio, se mantuvo constante a 0.8 mL/min durante todo el análisis. La columna empleada fue una HP-5MSui ((5%-fenilo)-metilpolisiloxano), de 30 m de longitud.
- Espectrometría de masas (Agilent 5973): Los análisis se realizaron en modo scan, con una energía de 70 eV y rango de masas comprendido entre 25 y 500.

En estas condiciones se empezaron a obtener resultados que correlacionaban las denuncias sobre olores presentes en las zonas de estudio con la detección de sustancias en los análisis.

B2.7 Discusión de resultados.

Ha sido necesario prolongar la duración del estudio, seis meses más que lo establecido en el plazo del contrato, tanto para determinar los absorbentes adecuados para tomar las muestras de aire, como para poder estudiar el problema en situaciones atmosféricas diferentes y más propicias a la aparición de molestias en concreto durante los meses de verano, sin coste añadido para el Ayuntamiento.























De las más de 100 muestras tomadas, en el entorno de la calle del Oriolà de El Campello, se seleccionaron muestras que cumplieran diferentes características meteorológicas y percepción olfativa, con el fin de poder además de determinar las sustancias existentes, poder identificar un marcador que pudiera asociarse con los malos olores que generan la mayoría de las quejas recibidas en el ayuntamiento por parte de los vecinos de la zona de muestreo.

En general hay miles de sustancias en el aire que se respira cada día en todo el mundo, y hay que tener siempre presente que:

1. Son una mezcla de lo que se emite en todo el mundo.
2. En muchos casos, es enormemente difícil determinar el origen de cada una de ellas.
3. Muchas de ellas provienen de fuentes diferentes.
4. Casi todas (contaminantes secundarios) se originan por transformación de contaminantes primarios.
5. Hay muy pocas que tengan límites de inmisión legalmente establecidos.

Existe una casi infinita variedad de compuestos orgánicos volátiles. En la tabla siguiente se encuentran las sustancias encontradas, con altos niveles de concentración, en la zona de presencia de molestias por olores en la proximidad de la planta, de entre las más

citadas en la bibliografía mundial y presentes en este tipo de instalaciones. Las concentraciones fueron del orden de los microgramos de analito por metro cúbico de aire.

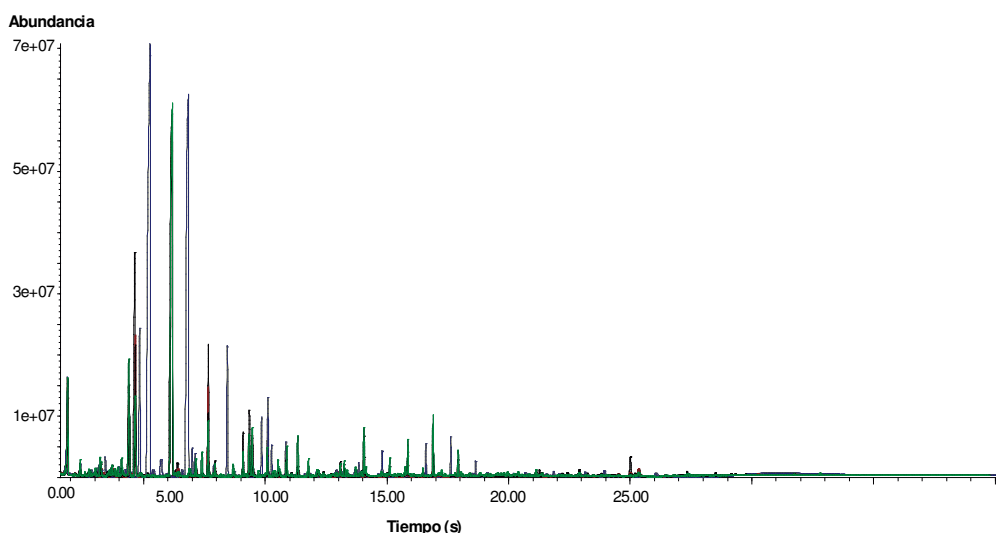
Nombre del Compuesto	Fórmula	PM
Acetone		58.04
Benzaldehyde		106
Benzene	C_6H_6	78.11
2-Butanone		72.11
2,3-butanedione		86.08
Butyl acetate		116.16
Chlorobenzene		112.56
Chloroform	$CHCl_3$	119.38
Cyclohexanone		98.15
Ethylbenzene		106.17
<i>n</i> -Hexane	C_6H_{14}	86.18
Limonene		136.24
Methyl methacrylate		100.12
Naphthalene		128.17
Nonanal	$C_8H_{17}CHO$	142.23
<i>n</i> -Nonane	C_9H_{20}	128.26
Octane	C_8H_{18}	114.23
Phenol		94.11
α -Pinene		136.23
β -Pinene		136.23
Styrene		104.15
Tetrachloroethene		165.83
Toluene		92.13
1,2,4-Trimethylbenzene		120.19
1,3,5-Trimethylbenzene		120.19
<i>o</i> -Xylene		106.16
<i>m</i> -Xylene		
<i>p</i> -Xylene		

Dichos resultados, desde el punto de vista cualitativo, son consistentes con la presencia de olores detectados en las zonas, ya que los siguientes de ellos están en el catálogo de indicadores olfatométricos del Ministerio de Trabajo.

COV's	
Acetone	Ethylbenzene
Benzaldehyde	Limonene
2-Butanone	1,2,4-Trimethylbenzene
2,3-butanedione	1,3,5-Trimethylbenzene

Además de todas las sustancias comentadas, y otras muchas que se atribuyen a diferentes fuentes, pero que no deben dejarse de controlar (heptano, algunos alcoholes como el 2-butoxietanol, ésteres como el acetato de 2-metilpropilo, o de butilo, y diversos aldehídos alifáticos, entre otros), se han encontrado algunas sustancias (heptano, tolueno, metacrilato de metilo, acetato de 2-metilpropilo, tetrahidrofurano etc.) cuyos niveles parecen variar conforme avanzan los episodios de olor. Puesto que se trata de un estudio preliminar, se concluye en la necesidad de continuar con los muestreos para verificar el comportamiento de dichos contaminantes.

En la gráfica anterior se muestra, a modo de ejemplo, la superposición de diversas muestras en las que se puede apreciar la variación de la abundancia, relacionada con la concentración, de diversos compuestos en diferentes instantes del mismo día.



Se han realizado estudios de la contaminación de fondo, con el fin de conocer qué compuestos pueden proceder de las diversas fuentes próximas a la zona, como es el claro ejemplo de la autovía, que emite una gran variedad de compuestos orgánicos como resultado de la combustión de combustibles fósiles. Sin embargo, es necesario un estudio más prolongado de dichos contaminantes, que varían estacionalmente, en función de la meteorología, e incluso diariamente, para poder discriminar entre los producidos por una u otra fuente de emisión.

Por tanto, aunque debe remarcarse que se trata de un estudio preliminar, y los resultados están a falta de corroborar estadísticamente, para lo que se requeriría un mayor número de muestreos, las sustancias que pueden determinarse como indicadores iniciales, que permitirían en un estudio futuro correlacionar las actividades de la planta con su presencia en el aire respirado, son:

Acetato de 2-metilpropilo

Acetato de butilo

Butanodiona

Cloroformo

2-Etil-1-hexanol

Fenol

Heptano

Metacrilato de metilo

Tetracloroetano

Tetrahidrofurano

Todos estos contaminantes pueden ser emitidos por diversas fuentes (algunos incluso por el propio tráfico), por lo que, para posteriores estudios, se recomienda el control de dichos compuestos, junto con un estudio continuado de los anteriormente mencionados en este informe. De igual forma, se recomienda el seguimiento de los niveles de amoníaco y metano, compuestos originados comúnmente en este tipo de instalaciones, en los alrededores de la zona de estudio.

B3. Identificar las actividades, potencialmente responsables de la emisión de las sustancias registradas, realizadas en general por las Plantas de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Para poder ultimar los problemas de malos olores registrados en la zona norte del término municipal de El Campello es de vital importancia comprender el funcionamiento de la Planta de Les Canyades, analizar cada una de las fases por las que pasan los residuos e identificar las que potencialmente son la causa de dichos olores.

▪ RECEPCIÓN, TRATAMIENTO Y SELECCIÓN.

Los camiones de recogida o procedentes de las plantas de transferencia, descargan los residuos en los fosos de recepción. Los residuos con ayuda de una grúa alimentan las dos líneas de selección existentes.

Se separan manualmente el cartón/papel, plástico, vidrio y madera, en una cabina cerrada, insonorizada, ventilada y climatizada. Posteriormente los residuos son conducidos al trómel (cribas rotativas), donde se lleva a cabo una separación granulométrica ($\Phi = 90$ mm) en la que se obtiene una fracción gruesa y otra fina, esta última constituida principalmente por residuos orgánicos, pasa por un separador de metales férricos y no férricos, y se almacena en la tolva pulmón hasta el proceso de biometanización.

Para la fracción gruesa existen los siguientes mecanismos de selección: a) Manual, se separan los materiales recuperables como: cartón, vidrio, y plásticos (PET y PE blanco y mixto). b) Aspiración neumática, se recupera el plástico film. c) Electroimanes, que separan los metales férricos.

Cada tipo de residuo es posteriormente prensado para la obtención de “balas” que son entregadas a recuperadores, y el rechazo se lleva al vertedero. Los subproductos de madera se dividen en, aptas para compostar que es triturado y almacenado en una era descubierta e impermeabilizada para utilizarlo como estructurante, y las no aptas se Trituran junto con los residuos voluminosos que son eliminados en el vertedero.

Los residuos voluminosos procedentes de los ecoparques son distribuidos según el tipo de residuo y el tratamiento a seguir. Posteriormente son triturados, conducidos a través de un separador férrico (subproducto) y el rechazo al vertedero. Esta actividad se realiza en una nave diferente a las actividades anteriores.

▪ BIOMETANIZACIÓN Y COGENERACION

Para la digestión en condiciones anaerobias de la materia orgánica o fracción fina.

El material de la tolva pulmón se conduce al pulpers (homogeneizadores), donde se mezcla con agua para desfibrar y disgregar hasta obtener una mezcla homogénea (40-45 min). Aquí se realiza el pretratamiento de filtrado de los residuos orgánicos (previo al

proceso de biometanización) el 50% del peso de la fracción fina constituye el rechazo, siendo principalmente impropios que decantan en el fondo (piedras, metales, vidrio...) y que es limpiado automáticamente. Además, el pulper está asociado a un filtro o criba cilíndrica de doble malla, donde el resto de impurezas, como plásticos grandes o trozos de vidrio, son separadas a su paso por el filtro.

Extraídas las impurezas pasa al depósito de maceración que sirve de almacén-pulmón para garantizar una alimentación continua a los digestores, de tipo “mezcla completa” donde se produce la hidrólisis y la metanogénesis. Tras la etapa mesofítica se obtienen dos subproductos:

- a) Digesto o fango, a la salida de los digestores contiene más de un 90% de agua, es deshidratada por centrifugación con la ayuda de flocculantes (aprox. 75%), los lixiviados son conducidos hasta la balsa o directamente a la depuradora para ser tratada mediante procesos biológicos y de ósmosis inversa y posteriormente es recirculada al proceso o bien se utiliza como agua de riego o limpieza.
- b) Biogás, pasa a ser almacenado en el gasómetro, con una humedad de 1,5% atraviesa un sistema de secado para posteriormente ser utilizado como combustible por un motor de combustión interna produciendo electricidad y calor.

Las instalaciones de generación de energía se diseñan para aprovechar el biogás generado, con un poder calorífico superior de 900-1200 kcal/m³. La electricidad producida se eleva a tensión de red en un transformador de doble secundario para obtener electricidad a 350 V. La energía térmica se utiliza para el proceso de calentamiento del fango de los digestores.

▪ COMPOSTAJE

Donde se produce la maduración y afino del digesto procedente de la planta de biometanización, y la materia orgánica de residuos domiciliarios, mezclándolos con residuos de jardinería (en proporciones 1:1 y 3:1, respectivamente) que actúan como material estructurante. La mezcla a compostar se deposita en una sola meseta trapezoidal, la cual es volteada una vez a la semana. Cuando el proceso a terminado se traslada al área de afino, donde una criba vibrante (12 mm) separa volumétricamente el material de mayor tamaño, el cual constituirá el rechazo.

El compost de calidad finalmente obtenido en el proceso se almacena hasta su venta y expedición.

▪ VERTEDERO CONTROLADO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.

Con un vaso inicial de vertido que cuenta con una capacidad bruta de 2.553.127 m³. Los residuos que en él se depositan son rechazos del proceso de selección y afino, ya compactados en balas, no pasan por ningún proceso solamente son apilados.

Además, tal como se indica en los antecedentes, las instalaciones cuentan con sistemas de tratamiento de aire, para evitar emisiones a la atmósfera.

Las naves de selección de subproductos, y fermentación, maduración y afino del compost trabajan en una ligera depresión provocando en todo momento entradas de aire al recinto. El aire a depurar, mediante rejillas de aspiración y extractores es conducido a un sistema de desodorización compuesto por lavador de gases y biofiltro.

Para el tratamiento del aire de las naves se dispone de dos biofiltros, acoplados a dos scrubber para el lavado de los gases previa entrada en los biofiltros. Estos últimos, son elementos filtrantes que combinan mecanismos físicos, químicos y biológicos para eliminar las partículas en suspensión, así como los compuestos contaminantes gaseosos mediante el empleo de microorganismos. Por lo tanto, debe existir un control continuo de las condiciones ambientales (humedad y temperatura, principalmente) para el crecimiento de los mismos, lo que lleva a una biofiltración efectiva. Con ese fin, se dispone de una sonda de temperatura en el material del biofiltro con lectura continua.

El biofiltro está constituido por losas perforadas de hormigón armado, formando un plénium a sobrepresión que distribuye efectivamente los gases. Existen diferentes materiales que se emplean habitualmente como lecho filtrante, y son un elemento clave a la hora de determinar la efectividad y los aspectos económicos de esta tecnología. En esta planta se ha escogido el compost, cuya ventaja principal suele ser su coste, frente a otros comúnmente utilizados como la fibra de turba.

Además, se dispone de: a) Ventiladores de transmisión directa, sobradamente dimensionados y de curva presión/caudal amplia y flexible. b) Canalización de los gases que transportan los gases que extraen los ventiladores hasta las cámaras de tratamiento (scrubber) y después a los biofiltros. c) Cámara de tratamiento, en ellas se mide la temperatura y el amoniaco de los gases, y según los parámetros fijados se humectan o dirigen directamente al filtro.

Todas estas medidas son las que figuran en la Autorización Ambiental Integrada, y que suponemos se encuentran en funcionamiento.

El tratamiento y eliminación de las basuras domésticas, o Residuos Sólidos Urbanos (RSU), es uno de los problemas medioambientales más controvertidos de estos últimos años. Se sabe que en una ciudad cada habitante produce al día más de un kilo de residuos, cantidad que, además, crece sin que nada lo evite. En los últimos diez años, los países europeos han aumentado el volumen de residuos "per cápita" en más de un 60%. Afortunadamente la cada vez mayor concienciación de los beneficios y necesidades de gestionar adecuadamente la materia orgánica, el mayor conocimiento de los procesos biológicos degradativos y transformadores, junto con el inicio de un período de crisis energética global donde se evidencian los efectos de una inadecuada gestión y uso de los recursos naturales, han permitido que se vuelva a ver a los residuos de origen orgánico como un subproducto valorizable y aprovechable, procurando en la medida de lo posible retornar esa materia orgánica a su ciclo natural.

Hasta hace pocas décadas, el procedimiento fundamental para dar solución a las basuras era acumularlas en vertederos. Pero la falta de espacio en las grandes urbes y los

problemas de contaminación que causaban propiciaron en los últimos años la urgente búsqueda de alternativas. Así, la incineración se ha convertido en el sistema de tratamiento de basuras con mayor aceptación en Europa, pero nuestro país es uno de los estados miembros de la Unión Europea con menor implantación de incineradoras: sólo funcionan 12 incineradoras, todas ellas de titularidad municipal, y únicamente hay dos proyectos de nuevas plantas de incineración si bien varias fábricas cementeras tienen o han solicitado permiso para incinerar residuos, incluso los tóxicos o peligrosos.

Pero los ecologistas acusan a estas instalaciones de: destruir recursos aprovechables y provocar riesgos para la salud y el medio ambiente, ya que producen gases nocivos como dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno y compuestos orgánicos volátiles (benzopirenos y alquitranes) y dioxinas, muchos de ellos cancerígenos. Además de tratarse de un sistema caro que frena el desarrollo de tecnologías limpias y que resulta incompatible con el desarrollo de programas de separación de basuras.

Actualmente, los procesos utilizados para el aprovechamiento de la materia orgánica se basan en tratamientos biológicos degradativos (aerobios o anaerobios), llevados a cabo principalmente por bacterias u hongos, incluyendo mecanismos de seguimiento y control con el fin de optimizar rendimientos. La aplicación de estas tecnologías a escala industrial ha dado unos resultados en general poco satisfactorios por:

- Falta de conocimiento sobre el proceso. Si se le suma a esto las enormes dimensiones y capacidad de recepción de residuos de algunas de estas instalaciones, especialmente en nuestro país, se pueden comprender un poco mejor los problemas y mala fama que estas han tenido, así como la escasa calidad y utilidad del producto final que se obtiene en ellas.
- Falta de formación del personal encargado de la explotación, bien por su falta de experiencia en el sector o porque sus conocimientos se limitan al ámbito teórico. En plantas que ya llevan un tiempo en funcionamiento muchos de sus conocimientos han sido adquiridos mediante la práctica mediante el ensayo y el error, pero sin saber las razones reales, o los fundamentos para que una práctica funcione o no.
- Hay ciertos residuos muy fácilmente degradables que podrían presentar problemas a la hora de ser compostados, como son los residuos proteínicos procedentes de cadáveres de animales, huevos desechados por las granjas de pollos, restos de mataderos y domiciliarios, etc., aparte de que apenas producirían compost alguno, podrían provocar problemas por emisiones excesivas e incontrolables de amoníaco y otros gases. Tan solo en los casos de entradas en cantidades controladas de estos residuos en plantas que dispongan de suficiente cantidad de residuos de tipo lignínico o celulósico con los que puedan ser mezclados, se podrían aceptar sin riesgos. Por el contrario, el tratamiento de estos residuos proteínicos por procesos anaerobios minimizaría estos problemas de emisiones de gases al realizarse en un espacio cerrado y aislado, y además aumentaría la productividad de biogás rico en metano, lo que permitiría un importante aprovechamiento energético de este tipo de residuos.

Con toda la información recogida de las operaciones desarrolladas en la planta, las medidas tomadas para la reducción de las emisiones y los estudios experimentales y mediciones varias realizadas, se concluye que la actividad generadora de la mayor cantidad de olores es durante la fermentación anaerobia y aerobia, por lo tanto a continuación se detalla como ocurren dichos procesos biológicos, haciendo hincapié en los productos intermedios generados, las condiciones imperantes necesarias y los mayores problemas causados (según la bibliografía).

➤ COMPOSTAJE O DEGRADACIÓN AEROBIA.

El compostaje no es más que la optimización del proceso natural por el que los restos orgánicos retornan al suelo cerrando el ciclo de la materia. El conocimiento de este proceso de obtención de humus permite que lo que en los bosques tarda muchos meses e incluso años, se pueda obtener en mucho menos tiempo.

Desde el punto de vista actual de la gestión de los residuos orgánicos y su problemática se puede considerar al compostaje como, un proceso biológico exotérmico en presencia de oxígeno, susceptible de ser aplicado a cualquier residuo orgánico sólido biodegradable y del que se obtienen como productos intermedios CO₂, vapor de agua y otros metabolitos, y como producto final una materia orgánica estabilizada, libre de patógenos y elementos contaminantes, y cuya principal aplicación es como abono para suelos, aunque también se puede usar como alimento para ganado, en la construcción de carreteras u en la obtención de combustible, entre otras.

Este proceso se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, para que éstos puedan vivir y descomponer la materia orgánica, necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en este proceso biológico, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

- Temperatura. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.
- Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60%. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas.
- pH. Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general, los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5).
- Oxígeno. El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial.

○ Relación C/N equilibrada. El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello, para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado.

Por otra parte, y atendiendo a la evolución de la temperatura, el proceso de compostaje puede transcurrir en cuatro periodos:

1. *Mesolítico*. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

2. *Termofílico*. Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

3. *Enfriamiento*. Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

4. *Maduración*. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

A modo de ejemplo, imagine que se dispone de un residuo orgánico compuesto por una fracción orgánica fácilmente degradable (hidratos de carbono de cadena corta, fundamentalmente monosacáridos y oligosacáridos, lípidos sencillos, proteínas y algunos tipos de polisacáridos como la hemicelulosa), otra con una resistencia parcial a ser degradada (variable según su origen, pero básicamente compuesta por celulosas y ligninas, junto con lípidos complejos), y una fracción mineral que resultará inalterada por el proceso.

Los microorganismos presentes en el material inician su actividad degradativa superficial sobre la materia orgánica mediante la liberación de enzimas extracelulares, para lo que se precisa una cierta humedad en la superficie del material. La microfauna aerobia tiene una tasa degradativa mayor, por lo que según aumente su actividad se incrementará el consumo de oxígeno, pudiendo llegar a crearse un medio anaerobio si las condiciones físicas del material no son las adecuadas o no hay un control del proceso (añadir oxígeno = volteo). Si las condiciones son adecuadas, la materia orgánica fácilmente degradable será la primera en ser atacada por los microorganismos, obteniéndose como metabolitos finales de su descomposición CO₂, H₂O y muy frecuentemente NH₃, que se liberarán principalmente en forma gaseosa. Esta actividad metabólica provoca un rápido autocalentamiento de la masa por la liberación en forma de calor de la energía contenida en los enlaces químicos de las moléculas degradadas. Este incremento de la temperatura

será el que marque las diferentes fases del proceso, favoreciendo a distintos conjuntos de microbiota e inhibiendo a otros según los valores que se van alcanzando.

En cuanto a la fracción de materia orgánica más resistente, su degradación en los primeros estadios del proceso no será más que parcial, aunque contribuirá a la generación de calor y se dará un desprendimiento de CO₂ y H₂O principalmente, siendo muy baja si la hay, la producción de NH₃. Si se mantienen las condiciones adecuadas del medio llegará un momento en que la fracción orgánica lábil habrá sido degradada en su mayor parte, por lo que no habrá recursos para mantener a toda la población microbiana que se habrá generado ni su tasa de actividad biológica. Las fuentes de nutrientes y energía deberán ser buscadas en la fracción de materia orgánica más resistente, lo que provoca un descenso generalizado de la actividad biológica y por tanto de la temperatura. Las condiciones del medio cambian y nuevos microorganismos, más adaptados a la descomposición de la materia orgánica más resistente, serán los que predominen en esta etapa del proceso, siendo su tasa degradativa menor por lo que también desciende la demanda de oxígeno (menos volteos).

Finalmente, si las condiciones han sido las apropiadas para la microfauna, se entrará en una etapa de maduración de la materia orgánica que ha sido degradada hacia formas más estables. Como estamos refiriéndonos a un proceso que dura entre varias semanas y algunos meses dependiendo del residuo, condiciones, lugar, etc..., no sería correcto hablar de una humificación o mineralización de la materia orgánica, pues son procesos que necesitan períodos de tiempo mucho más largos, pero sí se podría considerar que se produce un inicio de los mismos. La materia orgánica ya se encuentra en formas estables y si las condiciones del proceso se han cumplido debería estar libre de patógenos. El producto final resultante, denominado compost, ya puede ser empleado como fertilizante o enmienda orgánica del suelo.

Es importante aclarar que, no hay un sistema de compostaje mejor que otro. Dependiendo del tipo de residuo a tratar, de la situación de la instalación, de las características ambientales de la zona y algunas otras cuestiones, será más conveniente un sistema de compostaje frente a otro si lo que se pretende es obtener un compost de calidad. Pero en todos los casos será el conocimiento de proceso y de las necesidades del residuo los que determinarán en último caso el éxito de la instalación.

Igualmente, dependiendo del sistema de compostaje que se haya empleado y del tipo de residuo compostado habrán sido necesarios a lo largo del proceso acondicionamientos del residuo con estructurante, volteos periódicos o ventilación (bien de forma pasiva o bien forzada), una fase final de cribado, separación de elementos impropios, etc...

➤ BIOMETANIZACION O DEGRADACIÓN ANAEROBIA.

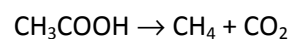
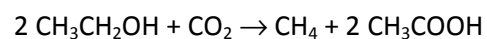
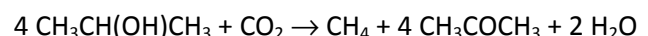
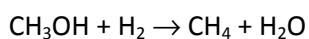
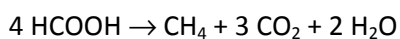
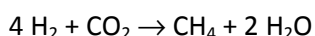
El objetivo fundamental de la metanización es la reducción del volumen de residuos biodegradables, como consecuencia del proceso anaeróbico (en ausencia de oxígeno) de descomposición producido por las bacterias y microorganismos, en la materia orgánica mediante el que se obtiene una fracción gaseosa llamada biogás. A nivel medioambiental, esta técnica evita la liberación de metano a la atmósfera, gas que causa 22 veces más el

efecto invernadero que el dióxido de carbono, y es considerado como una fuente de energía renovable, ya que el biogás puede utilizarse para producir electricidad para el consumo doméstico, como combustible para los automóviles o simplemente, para obtener calor. Además, se produce material residual o digestado (lodo) con excelentes propiedades fertilizante por su elevado contenido de nutrientes.

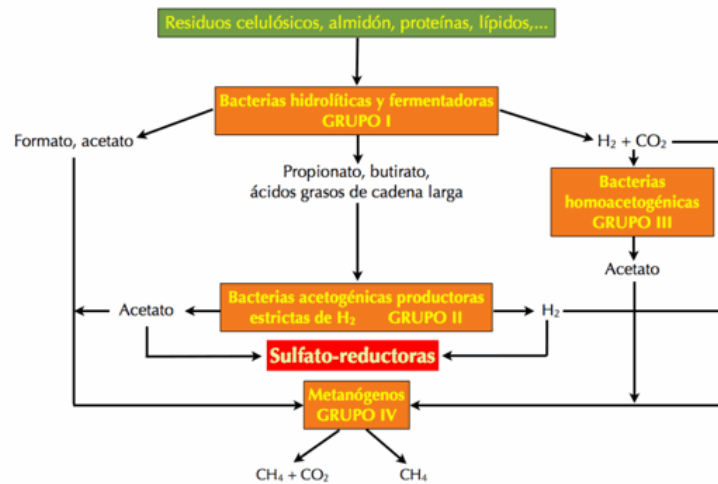
La degradación de la materia orgánica por la digestión anaerobia se puede dividir en tres etapas consecutivas en las que actúan hasta cuatro grupos de bacterias diferentes, que van consumiendo la materia orgánica generando diferentes metabolitos y nuevos individuos. Algunos de los metabolitos son utilizados por los microorganismos de la siguiente etapa, mientras que otros como el dióxido de carbono y el metano son liberados al medio constituyendo el biogás. Las etapas son:

1. *Hidrólisis*, es el primer paso necesario para la degradación de substratos orgánicos complejos (como grasas, azúcares o proteínas), ya que no pueden ser utilizados directamente por los microorganismos (bacterias hidrolíticas) a menos que se hidrolicen en compuestos solubles más simples, que puedan atravesar la membrana celular (como ácidos grasos, aminoácidos y alcoholes). La tasa de actividad biológica de esos microorganismos es alta y tienden a acidificar el medio sin que sea un limitante para ellos.
2. *Acetogénesis*, donde las moléculas orgánicas solubles son fermentadas por dos grupos de bacterias. Inicialmente, las homoacetogénicas transforman los metabolitos de hidrólisis en compuestos orgánicos más reducidos (etanol y ácidos como láctico, butírico o propiónico), para posteriormente ser de nuevo fermentados por las bacterias acetogénicas produciendo ácido acético, fórmico, metanol e hidrógeno.
3. *Metanogénesis*, es la etapa más importante, ya que es donde se forma el metano a partir los metabolitos de la etapa anterior (orgánicos monocarbonados o con dos átomos de carbono unidos por un enlace covalente) por fermentación catalizada por las bacterias metanogénicas o arqueobacterias. Este tipo de microorganismos fijan el CO₂ con un mecanismo diferente al ciclo de Calvin y, además, son muy sensibles a la presencia de ácidos debido a que su pared celular carece de ácido murámico.

Reacciones metanogénicas típicas:



Dependiendo de la composición de la materia orgánica que está siendo degradada y de las condiciones del medio, se pueden desarrollar otras bacterias que aprovechan otros metabolitos del proceso, como por ejemplo, las bacterias sulfatoreductoras que generan ácido sulfhídrico (H₂S), formando parte de la composición final del biogás.



Básicamente, el biogás es una mezcla de metano (40-70%), dióxido de carbono (30-60%), hidrógeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (0-3%). Pero, solamente el metano permite producir energía calorífica a partir de su combustión, por tanto, el foco de interés suele ser generar un biogás lo más rico posible en metano, que sería equivalente al gas natural. Pero también hay que considerar las concentraciones de H₂S que pueda tener el biogás, pues es altamente corrosivo y limita las posibilidades de aprovechamiento energético del biogás si no es eliminado, de acuerdo a las normas vigentes. Así, cuando se habla de la riqueza o calidad del biogás se refiere al porcentaje de metano que tiene en su composición.

Como ya se ha indicado, existe una serie de parámetros físicos y químicos que condicionan el proceso de metanización como son:

- Temperatura, pues influye en la actividad biológica de las bacterias metanogénicas y, en consecuencia, en el rendimiento y la cantidad del metano generado.

Se consideran tres intervalos de temperatura muy concretos: psicrófilo (<30°C), mesófilo (35-37°C) y termófilo (50-55°C). Dependiendo de la bibliografía científica y técnica que se consulte, estos márgenes pueden ser más o menos amplios, siendo éstos los empleados comúnmente a escala industrial. El principalmente intervalo es el mesófilo, ya que permite desarrollar una gran variedad de bacterias hidrolíticas y metanogénicas, lo que implica una mayor eficiencia, aunque la generación de metano es menor que en el caso de las bacterias termófilas. En cierta medida, el menor consumo energético que supone mantener el medio a temperaturas termófilas compensa esta disminución de la producción potencial de metano.

- Tasa de carga orgánica y tiempo de residencia

Regulando el flujo o caudal de la materia orgánica que se aporte al proceso con lo que se modifica el tiempo de retención hidráulico (TRH), que no es más que el cociente entre el volumen del digestor y el caudal de entrada. El TRH es el factor clave para dimensionar cualquier instalación de metanización, ya que se calcula para conseguir un tiempo de permanencia (duración del proceso) que permita garantizar una producción de biogás mínima para rentabilizar energéticamente la instalación.

- Nutrientes, o la calidad de la materia orgánica. El tipo de materia orgánica del que se parta, por su origen, composición y características, afecta directamente a la cantidad y

composición del biogás que se genere, especialmente su riqueza o concentración en metano. Además, de ser de gran utilidad a la hora de calcular el TRH para conseguir la reducción de carga orgánica deseada del material de salida del digestor.

- Acidez (pH). Es necesario que haya un equilibrio entre la actividad biológica de las bacterias metanogénicas y las hidrolíticas, de tal manera que la mayor actividad de estas últimas no provoque la acidificación del medio, lo que dificultaría la formación del metano debido a la sensibilidad a la presencia de ácidos que presentan las metanogénicas
- La anaerobiosis. Al ser un proceso donde conviven y actúan en cascada distintos microorganismos, una tasa de actividad biológica diferente, cuyas condiciones óptimas del medio difieren, es imprescindible alcanzar un equilibrio entre las diferentes poblaciones para garantizar un rendimiento en la producción de biogás. Hay una serie de factores o parámetros ambientales que limitan el proceso, por lo que su monitorización resultará imprescindible para poder actuar sobre el medio y corregir cualquier desequilibrio de las condiciones adecuadas. Es decir, se trata de controlar un proceso biológico y no una reacción química al uso.

El equilibrio entre la eficiencia de la degradación de la materia orgánica mediante digestión anaerobia y la rentabilidad económica de la energía producida es causa de polémica en la aplicación industrial de este proceso. Si el objetivo es tener una producción energética muy alta, lo más importante no es tener una instalación grande, sino que, antes de nada, se ha de disponer en cantidad suficiente de **residuos adecuados** cuya degradación anaerobia produzca una importante cantidad de biogás (producción) y que éste sea rico en metano (productividad). La producción se expresa en Nm³ de biogás y la productividad en Nm³ de biogás (o metano) por tonelada de materia orgánica (o sólidos volátiles), aunque a veces este valor se expresa en materia seca (sólidos totales).

Desventajas:

- Requiere recipiente aislados de la atmósfera o digestores.
- Tienen a generar olores nauseabundos en el entorno, a ocupar gran cantidad de suelo y a producir un mayor impacto visual que una incineradora y, como consecuencia de todo ello, también a no admitir usos residenciales en las proximidades de la zona en que se produce esta biometanización. Además, pueden ocasionar un aumento en las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI), especialmente de CO₂ u óxidos de nitrógeno, aunque también eviten emisiones de metano, el segundo GEI más importante.
- Resuelve el problema de los residuos orgánicos, pero cierra el camino al compostaje, mucho más viable ambiental y económicamente. Asimismo, la biometanización, al igual que la incineración, implica disponer de basura suficiente para poder producir energía, de manera que la política ecológica de reducción o reutilización de residuos se deja en un segundo término.
- El compost obtenido en el proceso es de baja calidad, por lo que encuentra dificultades para ser aceptado en el mercado. Para conseguir mejorar el producto, es necesario que el residuo orgánico esté convenientemente separado del resto, para lo que la concienciación de los consumidores es fundamental. A no ser que se estén dando TRH muy largos o se esté tratando materia orgánica muy fácilmente degradable, no es un

tratamiento finalista, por lo que el digestado necesita un proceso posterior, generalmente aerobio, para alcanzar su estabilidad, garantizar su higienización y poder ser almacenado sin problemas.

Conclusiones de este apartado.

A priori, es la planta de biometanización, la que más problemas de contaminación puede provocar potencialmente, ya que es la que genera más compuestos tóxicos, junto con el compostaje. Pero con las medidas correctoras aplicadas inicialmente parece no ser la causante de los malos olores y de las emisiones. En todo caso en un estudio posterior se debería de constatar con certeza:

- el proceso de metanización, sobre todo la carga y descarga del digestor, y si se preselecciona adecuadamente la materia orgánica que va para biometanización o para compostar.
- las condiciones físico-químicas del digestor.
- la manipulación del residuo digestado.
- los datos estadísticos de entrada y rendimiento del proceso

El resto de actividades, al margen del compostaje, no parecen ser la causa del problema, pero requerirán un control exhaustivo de igual manera.

Se debería por lo tanto:

- Revisar los registros para analizar cómo se realiza el acondicionamiento de los filtros, y los parámetros que se utilizan para ello.
- Comprobar en planta, los niveles de amoníaco, sulfuro de hidrogeno y dióxido de carbono, y que no se produzca la descomposición anaerobia, a través de la medición en planta de los COV'S. En concreto, las concentraciones de los metabolitos resultantes de la dicha descomposición y del metano.
- Determinar exhaustivamente qué sistemas se utilizan para controlar los parámetros de humedad, volteo, temperatura, etc., y qué variables se miden para la determinación de los momentos óptimos para la realización de dichos volteos.
- Por último sería necesario realizar un control sobre el vertedero, las mejoras realizadas; una doble línea de desodorización, antorcha, sellado de la línea de vertido más frecuente y el sistema de recogida de gases, nos conducen a que habría que vigilar el vertido de los camiones, para controlar que no se viertan sustancias no recogidas en la autorización.

C. CONCLUSIONES FINALES

1. Se ha constatado la presencia de episodios intermitentes de olores desagradables en determinadas zonas próximas a la planta, coincidentes con los estudios olfatométricos anteriores a este trabajo. Su grado de molestias es muy elevado y se recomienda seguir realizando estudios y ejecutando las medidas correctoras que en ellos se propongan, hasta su eliminación.
2. Ha sido necesario prolongar la duración del estudio, seis meses más de lo establecido para poder estudiar el problema en situaciones atmosféricas diferentes y más propicias a la aparición de molestias, sin coste añadido para el Ayuntamiento.
3. Proponemos en el cuerpo del informe, una modificación en la tramitación de las denuncias sobre la percepción de los olores hechas por los ciudadanos, para mejorar la explotación estadística de la información recabada a través de este medio.
4. Los olores son puntuales, en ciertos días y momentos de ellos. Por tanto, lo más adecuado es realizar medidas sistemáticas con los captadores adecuados en cada caso.
5. En el aire ambiente de las zonas muestreadas se ha detectado la existencia de compuestos orgánicos volátiles, que tal y como se presentan en el cuerpo del informe pueden ser, tanto odoríferos, como potencialmente peligrosos.
6. Se han determinado, con un alto grado de probabilidad, al menos diez sustancias presentes en el aire, que pueden utilizarse inicialmente para comprobar las correlaciones existentes entre los olores y las operaciones habituales que se realizan en la planta de reciclaje de residuos sólidos, aunque pueden no tener un origen único.
7. De los estudios realizados se concluye que, las operaciones relacionadas con el compostaje, junto con las de biometanización, son las que con mayor grado de probabilidad están relacionadas con los olores.
8. Una suspensión temporal de las operaciones de compostaje en la planta permitiría, a través de la confirmación de la no presencia de los compuestos orgánicos seleccionados en el aire respirable como trazadores en el cuerpo del informe, identificar rápidamente el origen probable de los olores.
9. **Como conclusión final y fundamental de este informe se presenta, en el apartado siguiente, un “Plan de trabajo” que debería de conducir a la eliminación de los malos olores y de la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera.**

D. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

D.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es la determinación de los procesos que dan lugar a compuestos orgánicos volátiles tóxicos para el ser humano y que producen malos olores en las zonas próximas a su emisión, así como la reducción o eliminación de dichos contaminantes.

Los objetivos secundarios, pero necesarios para alcanzar el objetivo general, son:

- Evaluar la calidad del aire en la zona de estudio, determinando el grado de cumplimiento de la actual legislación comunitaria en relación al benceno (Directiva 2008/50/CE).
- Identificar los compuestos orgánicos responsables de malos olores y peligrosos en la zona de estudio.
- Analizar la influencia de las variables meteorológicas y la dinámica atmosférica sobre los niveles de COVs.
- Identificar los procesos que, durante el tratamiento de residuos, generan los COVs anteriormente determinados.
- Proponer modificaciones para la eliminación de dichos contaminantes.

D.2. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

En función de los objetivos planteados en este proyecto, se llevarán a cabo una serie de tareas, que a continuación se detallan.

El proyecto se divide en dos bloques principales, estructurados a su vez en tareas, que pueden solaparse parcialmente en el tiempo. Una vez concluidas, se procederá a la realización del informe final.

D.2.1. Colocación de instrumentos de medida

Será necesario el empleo de estaciones meteorológicas, que deberán ser ubicadas y controladas en los alrededores de la planta de tratamiento, con el fin de correlacionar los compuestos orgánicos en emisión, con los captados en inmisión.

D.2.2. Muestreos en el interior de la planta

Se propone realizar medidas sistemáticas durante diversos periodos de tiempo, así como medidas puntuales en las diferentes zonas de tratamiento de residuos: zona de fosos de

recepción, zona de tratamientos, zona de selección, zona de biometanización, zona de compostaje, planta de biometanización, zona de almacenamiento de compost, planta de cogeneración y vertedero.

Para ello, habrán de tomarse muestras durante los diferentes procesos que se lleven a cabo en cada una de las zonas, en los diferentes momentos del día y épocas del año. Haciendo coincidir los muestreos con y sin situaciones de olores en las zonas de alrededor. **Para ello, se requerirá el acceso total a las instalaciones.**

Más detalladamente:

- Se debe colocar en el interior de la planta, captadores de aire que operen sistemáticamente, durante al menos dos años.
- Con la colaboración de la empresa explotadora se debe conocer, con gran detalle, todas las operaciones que se realizan dentro de la misma en todo momento. Incluso se deberían de poder programar, *a priori*, ciertas operaciones para poder tener una mayor profundidad en el estudio.
- De la correlación entre las concentraciones de las sustancias elegidas, o de las que se consideren necesarias en estudios futuros, y las diferentes operaciones de la planta, se podrá determinar qué actividades concretas son las causantes directas de los olores. No se debe descartar la eliminación o adición de otras sustancias a dicha lista en función de la marcha de los trabajos.

D.2.3. Muestreos externos

Se propone la toma de muestras sistemática en diversas localizaciones, en los alrededores de la planta de tratamiento, así como en las zonas más afectadas por las posibles emisiones de la misma. Por lo tanto, **se propone la colocación de captadores de aire, en los puntos de máxima incidencia esperada de olores, que operen sistemáticamente durante al menos dos años.**

Esto permitirá obtener las medidas horarias y diarias durante las diferentes situaciones meteorológicas y en aquellos instantes en los que en la planta se realicen los diversos procesos para el tratamiento de los residuos (entrada de camiones, apertura de puertas, volteo de pila de compost, quema de biogás, etc.).

Eventualmente, y en función del avance de la investigación, puede ser necesario realizar campañas intensivas que abarquen diferentes eventos meteorológicos (periodos de acumulación, de inestabilidad atmosférica, lluvia, etc.), o situaciones diversas en la planta.

De forma paralela, se **propone la optimización del protocolo de actuación municipal frente a las denuncias de olores, a efectos de eliminar pasos innecesarios, y como consecuencia, hacerlo más útil, rápido y eficaz. La propuesta sería:**

A. La policía municipal, o los funcionarios más adecuados y disponibles para ello, atienden todas las comunicaciones telefónicas de los vecinos sobre olores molestos.

B. Estos funcionarios incluyen la comunicación, confirmada o no, en un registro y comunica la denuncia a la planta. Dicho registro debe incluir, al menos, los siguientes datos:

- ✓ Identificación del que hace la comunicación.
- ✓ Localización exacta de la zona en la que se perciben los olores.
- ✓ Hora aproximada en la que se empiezan a percibir los olores y hora de llamada.
- ✓ El posible desarrollo de alguna actividad “no habitual” en la zona. En el sentido de determinar estas posibles actividades, los funcionarios deberán de recabar si, en las inmediaciones, se ha producido alguna actividad que puede ser fuente de olores, entre ellas se destacan: presencia de vehículos detenidos y con el motor encendido, presencia de aumento significativo del tráfico, vehículos de recogida de basuras, cualquier vehículo que desarrolle alguna actividad no habitual, emisión de sustancias a la atmósfera, y en general todas aquellas que suponga una posible transgresión de las autorizaciones sobre actividades habituales de la zona.
- ✓ En el caso de que el funcionario que atiende la queja entienda que se puede estar produciendo alguna actividad no habitual y potencialmente peligrosa, deberá de comunicarlo de urgencia a la Policía Municipal para que se persone en la zona y abra una investigación que compruebe dichos extremos y en su caso, documente la incidencia y actúe tal y como la legislación determine en cada caso.
- ✓ Cada vez que la Policía Municipal se persone a investigar estas denuncias deberá de quedar un informe sobre el resultado de las mismas, tanto si es negativo como si presenta indicios fundados del desarrollo de actividades no autorizadas.

C. Los responsables del registro cuidarán de que los resúmenes periódicos de sus datos obren en poder de todos los agentes, públicos y privados implicados en la actividad de la Planta.

D.2.4. Análisis de muestras

A partir de materiales de referencia certificados se prepararán patrones en el rango de concentraciones de las muestras. Para cada uno de los diferentes COVs analizados se realizará la correspondiente recta de calibrado mediante representación gráfica de las áreas de los picos frente a las masas de los patrones. Esto permitirá determinar la masa de cada compuesto individualmente en las muestras y, posteriormente, calcular su concentración ambiental ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

D.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La evolución de las concentraciones ambientales de los diferentes contaminantes atmosféricos objeto de este estudio, en los diferentes momentos y lugares, nos permitirá identificar las fuentes de procedencia y origen de la contaminación atmosférica y

establecer los factores (meteorológicos, de emisión, dispersivos, etc.) que influyen en los niveles encontrados.

Los niveles de concentración de los contaminantes para los que existe legislación específica serán comparados con los valores límite establecidos. En particular, se determinará el grado de cumplimiento de la Directiva 2008/50/CE en relación al benceno.

Se analizará la evolución temporal de los niveles de todos los contaminantes medidos durante el periodo de estudio, examinando la influencia de distintos factores como época del año, meteorología, eventos singulares, etc. Para ello, se realizará un análisis de la meteorología y el movimiento de porciones de aire mediante las siguientes herramientas:

- Información meteorológica de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET): mapas sinópticos y datos meteorológicos del sur del Levante.
- Datos de los sondeos que realiza la unidad territorial de la AEMET de Murcia a las 00:00Z y 12:00Z de cada día, cuyos datos (tanto del día, como históricos) están disponibles en Internet, por ejemplo en <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.
- El modelo computacional para el análisis del movimiento de porciones de aire HYSPLIT (R. R. Draxler, G. D. Rolph, Hybrid single-particle Lagrangian Integrated Trajectories, <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>. NOAA-Air Resources Laboratory, 2003), que permite estudiar la procedencia de las porciones de aire presentes en la zona de estudio a través del cálculo de retro-trayectorias.

El estudio de los datos físico-químicos obtenidos en las tareas anteriores permitirá la estimación de la contribución de distintas fuentes (naturales, urbanas, industriales y de tráfico) a los niveles de contaminantes en la zona de estudio.

En la medida en que se tenga un volumen de datos suficiente, se podrán utilizar distintas técnicas de análisis multivariante empleadas en estudios de discriminación de fuentes, tales como el Análisis de Componentes Principales¹⁶ o la Positive Matrix Factorization (PMF)¹⁷.

Cada vez que a lo largo del trabajo se pueda determinar, la correlación entre una actividad de la planta con la emisión de sustancias causantes del olor o potencialmente peligrosas, se podrán adoptar por el operador de la misma, las medidas correctoras necesarias para su supresión.

Un procedimiento aplicado habitualmente para identificar en qué dirección se encuentran las fuentes de procedencia de los contaminantes atmosféricos es la Función de Probabilidad Condicional,^{18,19} que se aplicará a todos los contaminantes medidos en este proyecto.

¹⁶ H. Guo, T. Wang, I. J. Simpson, D. R. Blake, X. M. Yu, Y. H. Kwok, Y. S. Li, *Atmospheric Environment* 2004, 38, 4551–4560.

¹⁷ Y. Song, W. Dai, M. Shao, Y. Liu, S. Lu, W. Kuster, P. Goldan, *Environmental Pollution* 2008, 156, 174–186.

¹⁸ E. Lee, C. K. Chan, P. Paatero, *Atmospheric Environment* 1999, 33, 3201–3212.

¹⁹ E. Kim, S. G. Brown, H. R. Hafner, P. K. Hopke, *Atmospheric Environment* 2005, 39, 5934–5946.

Con todos estos datos, se procederá a elaborar un informe final que incluya: todos los estudios realizados, todas las medidas correctoras adoptadas, su grado de eficacia y que llevarán a la reducción, o total eliminación, de las sustancias que actualmente se emiten a la atmosfera, motivo de este estudio.

En Elche a 27 de septiembre del 2012.

Carlos Pastor Antón, licenciado en Ciencias Químicas y doctor en Ciencias Físicas, Catedrático de Universidad de Física Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche y Coordinador del Laboratorio de Contaminación Atmosférica de la UMH.