

Estudio de impacto por olores y revisión de MTD en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, Madrid

Cliente:

Junta de Compensación de Valdecarros / Ayuntamiento de Madrid

Informe nº: PTVD13A

Código de proyecto: PTVD_13A



Título: **Estudio de impacto por olores y revisión de MTD en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, Madrid**

Informe nº : **PTVD13A**

código de proyecto: **PTVD_13A**

palabras clave: **Monitorización olores, EN13725, modelos dispersión, VDI3940**

preparado a petición de : **Junta de Compensacion de Valdecarros / Ayuntamiento de Madrid
Calle Zurbaran 17, 28010
Madrid, C.I.F V-85680890
Tlf. 915888839**

preparado por: **Odournet S.L.
Parc de Recerca UAB
Edificio EUREKA - Espaci P2M2
Campus de la UAB
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès - Barcelona)
España
T: +34 93 5929048
CIF: B62461157**

autores: **Laura Rodríguez García
Estel.la Pagans Miró
Guerau Arisa Alemany**

Ton Van Harreveld

Firmado y aprobado por: **Odournet SL**

Ton Van Harreveld, Chairman of Sensenet Holding.

Fecha: **20 de enero de 2017**

Copyright: **© 2015, Odournet sl**



Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
1 Resumen ejecutivo	7
2 Ámbito de estudio	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Objetivos	9
2.3 Información de las instalaciones objeto de estudio	11
2.3.1 Instalaciones y ubicación	11
2.3.2 Breve descripción de las instalaciones	12
2.3.2.1 Planta de Clasificación y Compostaje de La Paloma	12
2.3.2.2 Planta de Biometanización de La Paloma	13
2.3.2.3 Planta de Clasificación y Compostaje de Las Dehesas	13
2.3.2.4 Planta de Biometanización de Las Dehesas	13
2.3.2.5 Planta de Tratamiento de Biogás	13
2.3.2.6 Planta de Tratamiento de Las Lomas	14
2.3.2.7 Planta de tratamiento La Galiana	14
1.3.3. Otras instalaciones en el entorno del PTDV	14
1.3.2.1 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales	14
2. Metodología	16
2.1 Metodología en emisión: Caracterización de focos según EN-13725	18
2.1.1 Programa de muestreo	18
2.1.2 Estimación de emisiones en base a la campaña de muestreo EN-13725	19
2.1.3 Análisis de muestras: concentración de olor por olfatometría dinámica EN13725	20
2.2 Metodología emisión - inmisión: Pluma Belga	20
2.2.1 Estimación de emisiones en base a observaciones de campo	21
2.2.2 Estimación del nivel de emisión total de una instalación a través de la modelación atmosférica inversa	22
2.3 Metodología en emisión: Caracterización química mediante GC-TOF	22
2.3.1 Recogida de muestras	22
2.3.2 Instrumentación	22
2.3.3 Cuantificación e identificación de los volátiles	23
2.4 Metodología en emisión: Modelización de la dispersión atmosférica de olores	24
2.4.1 Modelo meteorológico	25
2.4.2 Valoración de resultados dispersión atmosférica de olores	28
2.4.3 Criterio de impacto	28
2.5 Metodología en inmisión: VDI 3940 método de la malla	29
2.5.1 Selección del panel de campo	30
2.5.2 Campaña de medidas de campo	31



2.5.2.1	Registro de las medidas de olor a través de la aplicación OFIM	31
2.5.2.2	Distribución de mediciones en campo	32
2.6	Metodología en inmisión: narices electrónicas o enoses.	34
2.6.1	Dispositivos	34
2.6.2	Localización	35
2.7	Metodología en inmisión: Cromatografía de gases - detección IMS.	35
2.7.1	Fundamentos básicos	36
2.7.2	Protocolo laboratorio para análisis y detección de compuestos responsables de olor	36
2.7.3	Caracterización inicial de la composición del aire en foco	37
3	Caracterización y estimación de emisiones de olor según la EN13725	42
3.1	Inventario de focos en el Parque Tecnológico de Valdemingómez	42
3.2	Inventario de focos Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR)	47
3.3	Campaña de muestreo	49
3.4	Resultados de caracterización de emisiones de olor	52
3.4.1	Resultados de las mediciones en emisión según EN-13725	52
3.5	Estimación de emisiones	55
3.5.1	Factores que influyen el impacto por olor	55
3.5.2	Estimación de emisiones de olor en base a la campaña de muestreo	55
3.5.2.1	Planta clasificación y compostaje Las Dehesas	56
3.5.2.2	Vertedero Las Dehesas	57
3.5.2.3	Planta de biometanización de Las Dehesas	58
3.5.2.4	Planta de Tratamiento de Biogás	59
3.5.2.5	Planta de Tratamiento Las Lomas	59
3.5.2.6	Planta de Clasificación - Compostaje y Biometanización de La Paloma	60
3.5.2.7	EDAR La Gavia	64
3.5.2.8	EDAR Butarque	64
3.5.2.9	EDAR La China	64
3.5.2.10	EDAR Sur, Sur Oriental, Velilla, Casa Quemada	64
4.	Estimación de la tasa de emisión del vertedero según el método de Pluma Belga	65
4.1	Distancia máxima de detección de la pluma de olor	66
4.2	Estimación en base al proceso de modelización inversa	75
5.	Resultados y discusión	77
5.1	VDI 3940	77
5.1.1	Procesamiento de los datos y presentación de los mapas de olores	77
5.1.2	Discusión de resultados	78
5.1.2.1	Olor caracterizado como “Basura fresca”	78
5.1.2.2	Olor caracterizados como “Compostaje”	80
5.1.2.3	Olores caracterizados como “Biogás”	82
5.1.2.4	Olor caracterizado como “Lodos - fangos”	84



5.1.2.5	Olor caracterizado como “Planta Residuos Sólidos Urbanos (RSU)”	86
5.1.2.6	Olor caracterizado como “Agua residual”	88
5.1.2.7	Olores caracterizados como “Camión basura”	90
5.1.2.8	Olores caracterizados como “Alcantarilla”	92
5.1.2.9	Olores caracterizados como “Humo-quemado”	94
5.1.2.10	Olores caracterizados como “Otros”	96
5.1.3	Conclusión	98
5.2	Enoses	104
5.2.1	Ánalysis de plausibilidad dirección del viento - intensidad de señal	104
5.2.2	Conclusiones	107
5.3	Cromatografía de gases GC-TOF	108
5.3.1	Evaluación de la eficacia de tratamiento de COV's de la PTB	117
5.3.2	Conclusiones sobre la caracterización química de los principales focos de olor mediante GC-TOF	120
5.4	Cromatografía de gases detección GC-IMS	124
5.4.1	Caracterización de la composición del aire en focos y propuesta de marcadores moleculares	124
5.4.2	Evaluación del potencial de detección del GC-IMS en inmisión	130
5.4.2.1	Estrategia para la detección marcadores tipo II - compuestos azufrados mediante preconcentración	135
5.4.2.2	Ánalysis de resultados según marcadores tipo I	138
5.4.3	Conclusiones	145
5.5	Modelización (escenario presente)	146
5.5.1	Mapa de inmisión de olor obtenido mediante la simulación con Calpuff 3D	147
6	Medidas correctoras recomendadas para la gestión de olores	150
6.1	Objetivos	150
6.2	Permeabilidad de un edificio y emisiones fugitivas	150
6.3	Estimación de emisiones fugitivas	151
6.4	Situación actual y opciones de mejora en naves	153
6.4.1	Medidas de carácter general en naves	153
6.4.2	Condiciones generales presupuesto	154
6.4.3	Planta de clasificación y compostaje Las Dehesas - Nave de triaje	154
6.4.4	Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas- Nave de Compostaje	156
6.4.5	Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas - Nave de Afino	159
6.4.6	Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas - Zona de acopio de compost	160
6.4.7	Dehesas Biometanización - Fosos y nave de Pretratamiento	163
6.4.8	Dehesas Biometanización - Nave de Deshidratación y nave de acopio	165
6.4.9	Planta de Las Lomas	169
6.4.10	PCC de La Paloma - Fosos de recepción	169
6.4.11	PCC de La Paloma - Nave de compostaje y zona de acumulación de digesto	172
6.4.12	PCC de La Paloma - Nave de afino	174



6.5	Situación actual y opciones de mejora en Planta de Tratamiento de Biogás	175
6.6	Situación actual y opciones de mejora en Vertedero Las Dehesas	177
6.6.1	Tipología de residuos y cobertura	177
6.6.2	Biogás generado	177
6.6.3	Focos potenciales de emisión en vertederos	178
6.6.4	Sistemas de vigilancia de sellado en el vertedero	178
6.6.4.1	Definir personal implicado e instrumentación	178
6.6.4.2	Inspección inicial	179
6.6.4.3	Metodología del protocolo de reconocimiento	180
6.6.4.4	Parámetros específicos de localización	180
6.6.4.5	Monitoreo en vertedero mediante campana de flujo de gases en el vertedero	
181		
6.6.4.6	Número de puntos de monitoreo	182
6.6.5	Plan de acción en la gestión de gases	183
6.6.5.1	Medidas de control en el diseño del vertedero para la gestión de gases	183
6.6.5.2	Medidas de control operacional en el vertedero para la gestión de gases	185
6.6.5.3	Eficiencia de la recuperación de gases	189
6.7	Medidas correctoras en EDAR's	192
6.7.1	Lavadores o "scrubbers"	193
6.7.1.1	Descripción y principios de operación	193
6.7.1.2	Aplicación práctica	193
6.7.1.3	Eficacias de eliminación de olores	194
6.7.1.4	Parámetros de operación	194
6.7.1.5	Monitoreo	194
6.8	Características generales de un plan de gestión	195
6.9	Comunicación del Plan de Gestión de Olores	197
6.10	Especificaciones para el control y seguimiento de los sistemas de biofiltración	197
6.10.1	Sumario de valores de parámetros indicativos para los biofiltros	197
6.10.2	Diario	198
6.10.3	Semanal	199
6.10.4	Trimestral	199
6.10.5	Anual	201
7	Estimación de tasas de emisión en el escenario futuro	202
7.2	Planta Clasificación y Compostaje Las Dehesas	202
7.3	Vertedero Las Dehesas	202
7.3.1	Emisiones derivadas del frente de vertido	202
7.3.2	Estimación de la producción y el porcentaje de captación de biogás	202
7.3.3	Emisiones difusas de biogás en las celdas clausuradas	204
7.3.4	Emisiones difusas de biogás en la celda en explotación (C5)	204
7.4	Planta de biometanización de Las Dehesas	205
7.5	Planta de Tratamiento de Biogás	205
7.6	Planta de tratamiento Las Lomas	205



7.7	Planta de Clasificación y Compostaje La Paloma	206
7.8	Planta de biometanización de La Paloma	206
8	Comparativa entre metodologías	208
9	Conclusiones	219
10	Bibliografía	223
Anexo A	Fotografías de puntos de toma de muestra	225
Anexo B	Criterio de impacto por olor	230
Anexo C	Principios de medición de olores	232
Anexo D	Resultados de los certificados de sensibilidad olfativa del panel de asesores	235
Anexo E	Área de estudio - malla de observación	236
Anexo F	Resultados de las "Horas de Olor"	237
Anexo G	Detalle presupuesto MTD's	248



1 Resumen ejecutivo

La empresa Odournet S.L. ha sido contratada para desarrollar el proyecto “Estudio de impacto por olores y revisión de Mejores Técnicas Disponibles en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, Madrid”. Este estudio se enmarca dentro de la Estrategia integrada en el actual Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, el cual tiene por objeto mejorar la calidad ambiental de los desarrollos urbanísticos actuales y futuros próximos, frente a potenciales fuentes emisoras de malos olores.

El objetivo de este estudio es establecer el impacto real por olores a causa de las instalaciones de gestión de residuos municipales situadas en el Parque Tecnológico de Valdemingómez. Este estudio aplica principalmente a las zonas residenciales de Villa de Vallecas y El Ensanche.

Odournet utiliza diversas metodologías, las cuales permiten vincular y verificar correctamente la relación entre (a) las emisiones propiamente, (b) el efecto del viento sobre la dispersión atmosférica, el cual es el medio de propagación de los olores desde los focos a las zonas residenciales y (c) el impacto sobre determinadas áreas residenciales y personas en particular.

Una de las metodologías de mayor relevancia son las observaciones en campo según la normativa alemana VDI3940 Parte 1 en fase borrador a nivel Europeo (EN16841-1). Estas observaciones han sido realizadas con un panel de expertos, personas entrenadas para reconocer correctamente los olores que afectan el área de estudio, a lo largo de 6 meses (2 periodos: agosto-noviembre y febrero - mayo) en distintos horarios diurnos y nocturnos. Durante estas campañas el panel ha realizado observaciones en una malla fija de 54 puntos de observación, abarcando tanto las actuales zonas residenciales como posibles áreas de futura construcción. Los diferentes olores identificados y evaluados asociados a las instalaciones del Parque Tecnológico han sido olor a basura fresca, olor a compostaje, olor a biogás y olor a lodos-fangos; por otra parte olor a agua residual asociado a las EDAR del entorno, así como olores externos; olor a camión basura, olor a alcantarilla, olor a humo quemado y otros. Los resultados obtenidos se muestran como frecuencias de ‘horas de olor’ por zonas para los distintos tipos de olor identificados.

De forma complementaria se ha determinado la tasa de emisión de olor de todas las instalaciones del Parque mediante la toma de muestra y el análisis por olfatometría dinámica según la normativa UNE-EN13725 para posteriormente alimentar el modelo matemático de dispersión Calpuff. De esta forma se ha obtenido un mapa de impacto por olores, expresado en percentil 98 del promedio de concentraciones horarias, el cual permite visualizar cuáles son las zonas de potencial impacto y a qué nivel de concentración. Este método aplica criterios de calidad del aire establecidos en las legislaciones de países de La Unión Europea, como Holanda y Reino Unido. En la actualidad en España no existe normativa nacional para regular impactos por olores, aunque estos criterios si se aplican en las licencias medioambientales de algunas de las actividades con mayor potencial de emisión de olor.

Para la estimativa de emisiones también se ha empleado el método Belga, que ha permitido caracterizar con precisión focos de olor difusos, los cuales suelen ser relevantes y difíciles de cuantificar, como es el caso del vertedero de Valdemingómez. Este método se ha llevado a cabo mediante observadores entrenados y mediante el método de modelización inversa, el cual permite afinar la estimación de las emisiones integrales de olor este foco.

De manera paralela, para mejorar la información sobre la dinámica de emisiones de olores, su dispersión atmosférica y potencial impacto sobre el área residencial del entorno, se han aplicado técnicas complementarias de detección molecular (GC-IMS) con capacidad para medir en continuo en emisión e inmisión. Mediante estas observaciones se puede llegar a vincular en inmisión ciertos compuestos a determinados procesos asociados a los focos dentro del Parque Tecnológico.



Esta recopilación de metodologías, así como otras complementarias descritas en este estudio (caracterización química por GC-MS/TOF), permitirá llevar a cabo un plan de actuación específico para reducir el impacto odorífero, mediante la propuesta de Mejores Técnicas Disponibles aplicadas al Parque Tecnológico. Esta es la parte fundamental del proyecto llevado a cabo por Odournet; identificar medidas concretas en los procesos de tratamiento de residuos para reducir los impactos por olor, así como comparar los resultados con criterios de calidad de aire aplicados en otros países europeos.

Finalmente, en relación a las metodologías anteriores, este estudio ha conseguido aplicar métodos definidos así como complementarios para la caracterización de la exposición olor, así como para la cuantificación del riesgo asociado a posibles molestias para los ciudadanos residentes en el área de estudio.

Los principales hallazgos se pueden consultar en el apartado de conclusiones del presente informe, el cual forma parte integral de este sumario.



2 Ámbito de estudio

2.1 Antecedentes

Este informe presenta los resultados del proyecto “Estudio de impacto por olores y revisión de MTD en el Parque Tecnológico de Valdemingómez¹, Madrid”, llevado a cabo por Odournet S.L. Este estudio se enmarca dentro de la “Estrategia para mejorar la calidad ambiental de los desarrollos urbanísticos actuales y futuros próximos, a potenciales fuentes emisoras de malos olores” integrada en el actual Plan General de Ordenación Urbana de Madrid. Así mismo este estudio es un proyecto municipal impulsado por el Ayuntamiento de Madrid, el cual está financiado mediante un Convenio firmado por La Junta de Compensación de Valdecarros.

El presente informe parcial incluye el cálculo de las tasas de emisión (TE) de olor de cada proceso dentro de las diferentes unidades de tratamiento del Parque Tecnológico de Valdemingómez, así como de ciertos procesos dentro de las Estaciones de Aguas Residuales (EDAR's) seleccionadas. El cálculo de dichas tasas de emisión, y en consecuencia el porcentaje de impacto procedente de cada proceso/planta, se ha calculado a partir de los datos de concentración de olor ($u\text{o}_E/\text{m}^3$) calculadas a partir de la campaña realizada por técnicos de Odournet SL entre el 27 y el 31 de julio de 2015. Este informe incluye los datos relativos al plan de muestreo para caracterizar las emisiones odoríferas de la instalación según la norma UNE-EN 13725:2004 por un organismo acreditado por ENAC.

2.2 Objetivos

Los objetivos que se pretende cubrir en el presente estudio son los siguientes:

- Objetivos relacionados con la monitorización de las emisiones e inmisiones de olor para poder vincular los episodios de olor con los compuestos químicos responsables, las condiciones de operación de cada una de las plantas y la meteorología crítica de la zona:
 - ✓ Medición en continuo de las inmisiones de olor a los alrededores de la instalación mediante una red de narices electrónicas.
 - ✓ Caracterizar en continuo los compuestos químicos responsables de los olores emitidos y percibidos a los alrededores de la instalación, mediante equipos de cromatografía gaseosa con espectrometría de movilidad iónica, capaces de analizar compuestos en tiempo real a límites de detección de ppbv.
 - ✓ Instalación de vetas indicadoras de velocidad y dirección de viento a los alrededores de las plantas para determinar las condiciones climatológicas que puedan afectar a la dispersión de los olores en el entorno.
 - ✓ Visualización en tiempo real de los parámetros monitorizados y las condiciones meteorológicas, así como los datos históricos registrados, en una plataforma web denominada Odourmap.
- Objetivos del estudio relacionados con la caracterización de los focos emisores de olor:
 - ✓ Recopilación de toda la información existente relativa a los procesos desarrollados en las instalaciones objeto de estudio para identificar los focos de generación y emisión de olor más significativos y que pueden generar un impacto en los alrededores.

¹ Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTVD)



- ✓ Llevar a cabo el muestreo y análisis de la concentración de olor de acuerdo con la normativa UNE-EN:13725:2004 para estimar las emisiones de olor de las diferentes etapas del proceso de cada una de las plantas identificadas como críticas.
- ✓ Estimar las emisiones integrales de las instalaciones en base a observaciones de campo según el Método del Penacho Belga. Esta metodología garantiza que los focos de olor más significativos sean los principales en el proceso de medición y análisis, sin obviar ningún foco potencial. De esta manera se asegura en la cuantificación de emisiones la incorporación de aquellos focos con contribución potencial y cierta complejidad a la hora de medir su tasa de emisión, como por ejemplo los focos fugitivos, de especial relevancia en vertederos.
- ✓ Caracterizar las sustancias químicas principales de las emisiones de olor de las instalaciones mediante muestreo y análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas de tiempo de vuelo GC-TOF/MS, con límites de detección de pptv.
- Objetivos relacionados con la evaluación del grado esperado de molestias en los alrededores causado por la explotación de las instalaciones:
 - ✓ Realizar un estudio de dispersión de olores para determinar la extensión del impacto por olores (mapa de olores) utilizando el modelo Calpuff 3D, con mejor capacidad que otros modelos convencionales para modelar situaciones de calmas. El cumplimiento de este objetivo permitirá establecer las ou_E/m^3 como percentil 98 del promedio de concentraciones horarias a lo largo de un año y el mapa de contornos de inmisión de olores a los alrededores de la instalación.
- Objetivos relacionados con la determinación del nivel de exposición a los diferentes tipos de olores, así como la validación de los resultados de la monitorización y los mapas de impacto obtenidos mediante modelización matemática de los valores de inmisión:
 - ✓ Elaboración de un mapa de impacto por olores mediante observaciones sensoriales de campo según la normativa alemana VDI/DIN3940 durante 6 meses, presentando los resultados en forma de frecuencias de “horas de olor” en los receptores de una red de 54 puntos de medición.
- Objetivos relacionados con la propuesta de medidas correctoras a aplicar para mitigar el impacto:
 - ✓ Determinar si las operaciones actuales que se llevan a cabo en todas las instalaciones del complejo se asemejan a las mejores técnicas disponibles en el ámbito de gestión de olores para el sector de compostaje, metanización, vertederos de RSU y plantas de tratamiento de aguas.
 - ✓ Redacción de la propuesta de medidas de minimización de emisiones en base a los resultados obtenidos, sobre las medidas y sistemas más eficaces de eliminación de olores que permitan mitigar el impacto, así como las prácticas ambientales para prevenir la contaminación por olores.
 - ✓ Presentar una propuesta para realizar un plan de seguimiento de las medidas de control que se lleven a cabo para las fuentes generadoras de olor, en tres términos a corto (0 - 6 meses), mediano (6 meses - 1 año) y largo plazo (> 1 año).



2.3 Información de las instalaciones objeto de estudio

2.3.1 Instalaciones y ubicación

El Parque Tecnológico de Valdemingómez concentra desde 1978 todas las instalaciones de tratamiento de residuos urbanos de Madrid, a las cuales llegan las más de cuatro mil toneladas que se generan a diario en la ciudad. El objetivo principal es procesar los residuos para aprovechar todo lo que se pueda recuperar de ellos, así como depositar los residuos no recuperables de forma segura en vertedero. A continuación la Figura 1 presenta un plano con la localización de las plantas que componen el Parque Tecnológico de Valdemingómez.

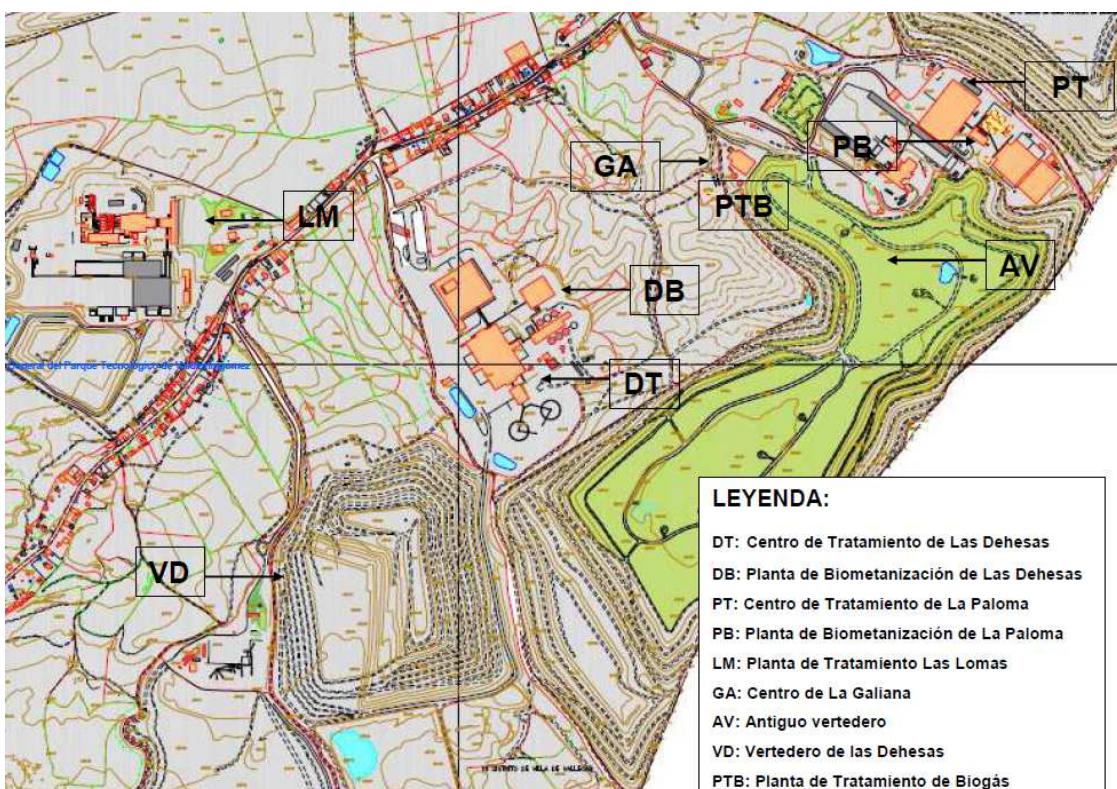


Figura 1. Localización de las instalaciones dentro del parque tecnológico de Valdemingómez.

La primera instalación del Parque fue el antiguo vertedero de Valdemingómez, que estuvo operativo durante el período 1978-2000. En 1982 entró en funcionamiento el primer centro de separación, clasificación y compostaje (La Paloma). Posteriormente fueron incorporándose nuevos centros de tratamiento; Las Lomas, Las Dehesas, La Galiana y La Paloma, diseñados para hacer frente a las necesidades presentes y futuras en materia de residuos de la ciudad de Madrid.

El hito más reciente en esta estrategia de desarrollo se sitúa en el año 2008, con la puesta en funcionamiento de una nueva planta de separación y clasificación, dos de biometanización, otra de compostaje y una planta de tratamiento de biogás de metanización.

En la actualidad, el Parque Tecnológico de Valdemingómez está compuesto por:

- 3 plantas de clasificación de envases y materiales reciclables.
- 2 plantas de compostaje



- 1 vertedero sellado y en desgasificación con generación de energía eléctrica
- 1 vertedero activo en desgasificación
- 1 planta de valorización energética (incineración con producción eléctrica)
- 1 horno de animales muertos
- 2 plantas de biometanización
- 1 planta de tratamiento de biogás y producción de biometano

Los flujos de materiales se interconectan entre las diferentes plantas según se refleja en el siguiente esquema (ver Figura 2).

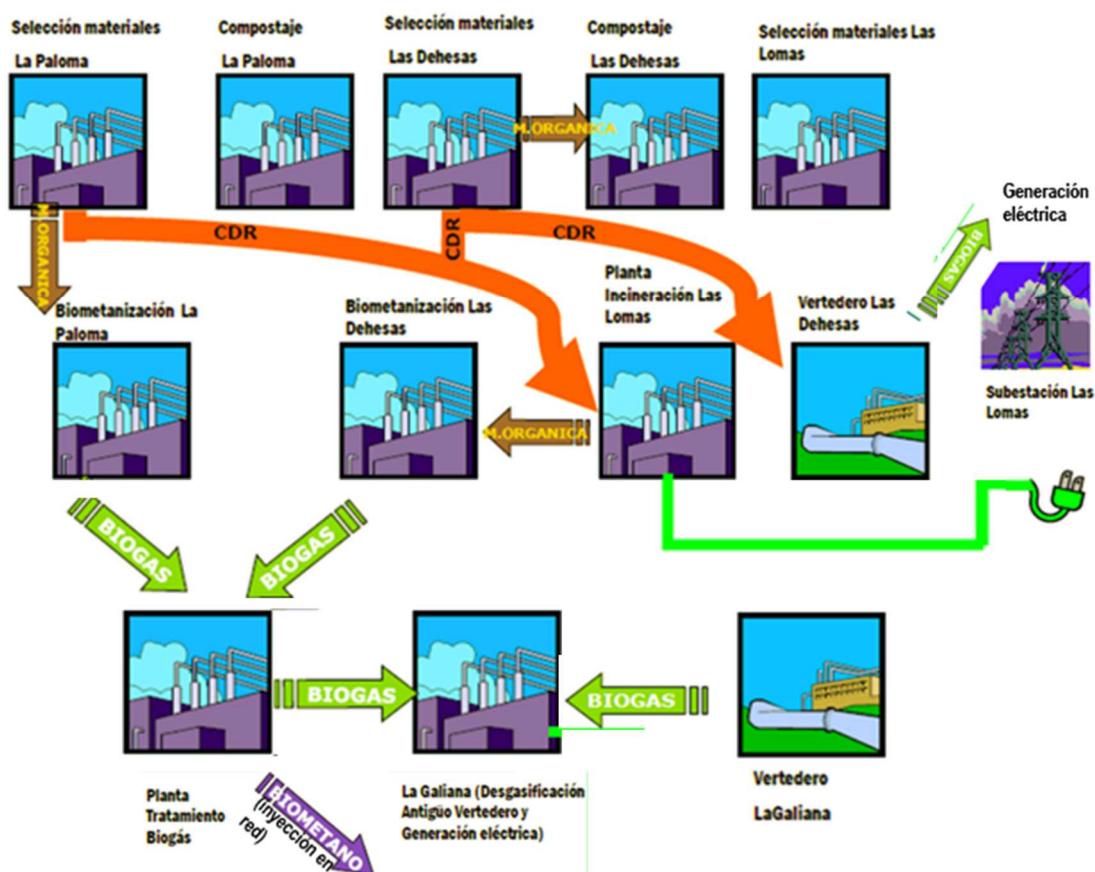


Figura 2. Flujo de materiales en el Parque Tecnológico de Valdemingómez

2.3.2 Breve descripción de las instalaciones

2.3.2.1 Planta de Clasificación y Compostaje de La Paloma

Este centro dispone de una capacidad de tratamiento de 255.500 t/año. Anualmente se tratan del orden de 36.500 t de envases ligeros y 219.000 t correspondiente a la fracción de restos.

La planta se compone de una planta de separación y recuperación de materiales reciclables, y otra de compostaje. Los gases desprendidos en el proceso de compostaje se tratan mediante biofiltros, que eliminan los malos olores.

Los rechazos correspondientes al pretratamiento van a la Incineradora de Las Lomas, mientras que los que corresponden a voluminosos y afino se depositan en el Vertedero de Las Dehesas.

2.3.2.2 *Planta de Biometanización de La Paloma*

Dispone de una capacidad constructiva de 151.000 t/año que produce en torno a 14.400.000 Nm³/año de biogás a partir de materia orgánica. El digesto resultante se envía tras mezclarlo con material estructurante, a la planta de compostaje.

2.3.2.3 *Planta de Clasificación y Compostaje de Las Dehesas*

La instalación opera desde el año 2000. Se compone de una planta de separación y recuperación de materiales reciclables (con una capacidad medida de operación de 475.000 t/año de residuos procedentes de la fracción restos y 90.000 t/año de residuos de la fracción envases, una planta de tratamiento de plásticos, una planta de tratamiento de residuos voluminosos, una planta de fabricación y afino de compost, una planta de incineración de restos de animales, una planta de tratamiento de lixiviados, una planta de transferencia de los rechazos al vertedero de cola y un vertedero controlado de cola modular.

En detalle, la planta de Las Dehesas consta de:

- Pretratamiento de Restos (4 líneas, con 2 de ellas mixtas para RSU y envases).
- Pretratamiento de Envases (las 2 líneas mixtas para RSU y envases).
- Biometanización de la fracción orgánica (5 digestores) con tecnología vía seca de Valorga.
- Compostaje de la fracción orgánica (44 túneles de 33 x 6 x 5 m, con carga y descarga automáticas).
- Afino cerrado y Almacén de Compost al aire.
- Planta de Tratamiento de Lixiviados.
- Biofiltros para el tratamiento de olores.
- Vertedero de rechazos, que recibe rechazos de todas las instalaciones y otros rechazos que llegan directamente al mismo.

Los rechazos de esta Planta van fundamentalmente a su vertedero aunque una pequeña parte va a la Incineradora de Las Lomas.

2.3.2.4 *Planta de Biometanización de Las Dehesas*

Esta planta presenta una capacidad nominal de 218.000 t/año y produce 19.000.000 Nm³/año de biogás a partir de la materia orgánica. El digesto resultante se envía, tras mezclarlo con material estructurante, a la planta de compostaje. Los gases desprendidos en el proceso de compostaje se tratan mediante biofiltros.

2.3.2.5 *Planta de Tratamiento de Biogás*

En esta planta confluyen los gases obtenidos en las plantas de biometanización de Las Dehesas y La Paloma.

La capacidad de tratamiento es de unos 2.000 Nm³ por módulo y se dispone de dos módulos en paralelo, lo que suma una capacidad teórica total de 4.000 Nm³/h. La instalación tiene dos modos de funcionamiento diferentes dependiendo del uso que se quiera dar al biogás depurado que se obtenga; lavado suave y lavado fuerte. Actualmente opera en lavado fuerte para su inyección a la red gasista.

Así mismo, la instalación dispone de una planta de tratamiento de agua procedente del proceso, donde se generan agua depurada y concentrados de depuración. También cuenta con una planta de tratamiento de aire de salida del proceso de stripping que utiliza unos biofiltros previamente a la emisión del aire a la atmósfera y un filtro de carbon activo.



2.3.2.6 *Planta de Tratamiento de Las Lomas*

La Planta de clasificación e incineración de Las Lomas se compone de una planta de separación y recuperación de materiales reciclables procedentes de la bolsa de restos, con una capacidad media de operación de 360.000 t/año y una planta de valorización energética de rechazos.

En detalle, La planta de Las Lomas consta de:

- Pretratamiento de Restos (4 líneas).
- Compostaje de la fracción orgánica al aire: una primera etapa de 3 semanas está techada y el resto al aire.
- Afino y Almacén de Compost al aire.
- Planta de Valorización Energética (Incineradora), que recibe fundamentalmente CDR procedente de su pretratamiento, del pretratamiento de La Paloma y algo (poco) del pretratamiento de Las Dehesas.
- Planta de Tratamiento de Lixiviados.
- Biofiltros para el tratamiento del aire captado en la parte techada del compostaje.
- Los rechazos de esta Planta van a su Incineradora (los del pretratamiento) y al Vertedero de Las Dehesas (los voluminosos y los del afino).

La instalación incinera los residuos indicados en la Autorización Ambiental Integrada en vigor. La instalación tiene autorización para incinerar combustible derivado de residuos sólidos urbanos, tanto producido en su propia unidad de reciclaje como procedente de los vecinos Centros de Tratamiento de La Paloma y de Las Dehesas.

2.3.2.7 *Planta de tratamiento La Galiana*

Presenta una instalación de valorización energética del biogás procedente del vertedero clausurado de Valdemingómez, que opera desde el año 2003. Actualmente el vertedero clausurado presenta un sistema de extracción de biogás que se deriva a la Galiana así como una cubierta vegetal que conforma el Parque Forestal.

En detalle, La planta de La Galiana consta de:

- Planta de tratamiento de extracción de biogás.
- Planta de valorización energética.
- Parque forestal.

1.3.3. *Otras instalaciones en el entorno del PTDV*

En el entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez existen otras actividades potencialmente generadoras de olores que han sido evaluadas en el presente estudio.

1.3.2.1 *Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales*

Dentro de estas instalaciones se lleva a cabo la depuración de las aguas residuales de la totalidad de los municipios de la Comunidad de Madrid;

- EDAR La China; en funcionamiento desde 1943, opera mediante tratamiento biológico.
- ERAR La Gavia; en funcionamiento desde 2005, opera mediante tratamiento biológico avanzado con eliminación de nutrientes.



- EDAR Butarque; en funcionamiento desde 1983, opera mediante tratamiento biológico de lodos activados y reducción de nutrientes.
- EDAR Sur; en funcionamiento desde 1983, opera mediante tratamiento biológico de lodos activados.
- EDAR Sur Oriental; en funcionamiento desde 1983, opera mediante tratamiento biológico de lodos activados y reducción de nutrientes.
- EDAR Velilla; en funcionamiento desde 1977, opera mediante una doble etapa biológica; digestión aerobia termófila con O₂ y deshidratación.
- EDAR Casa Quemada; opera mediante tratamiento biológico de lodos activados y reducción de nutrientes.

La Figura 3 presenta la localización de las EDAR's en los alrededores del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

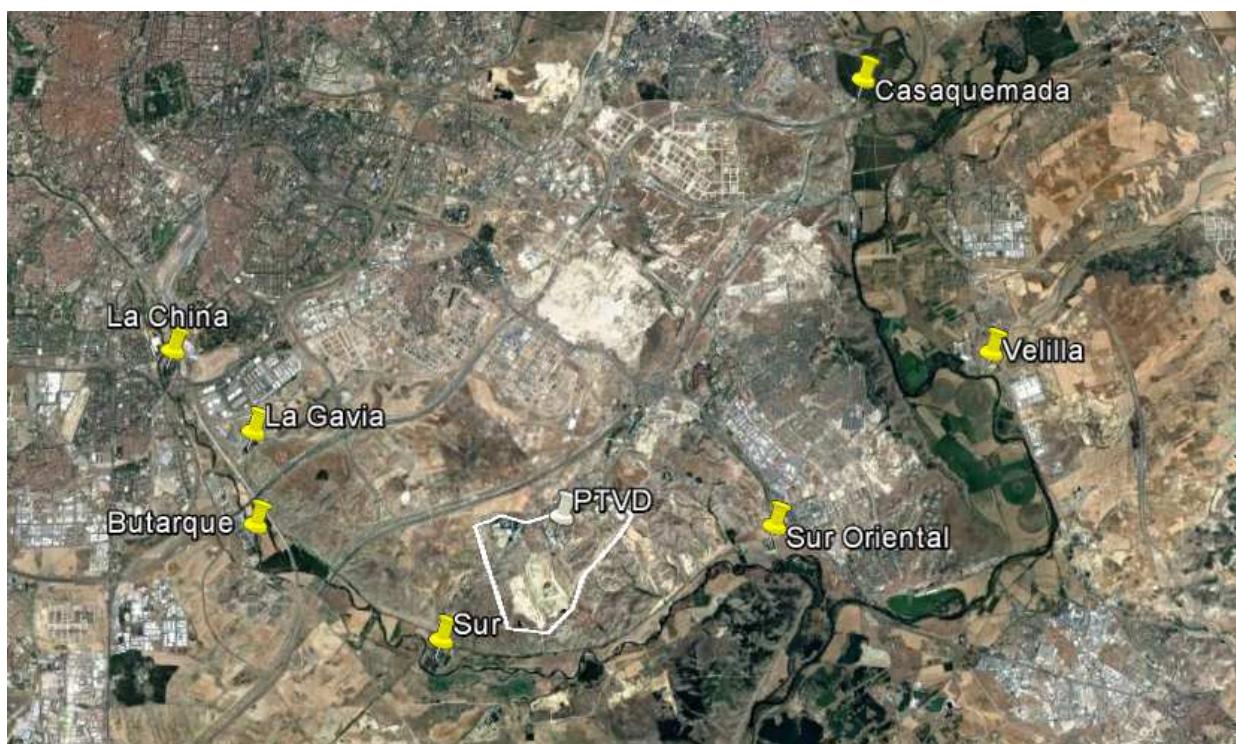


Figura 3. Localización de las EDAR's en el entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez.



1

2. Metodología

A continuación, la Figura 4 presenta un esquema con la clasificación de metodologías que se desarrollan en este proyecto.

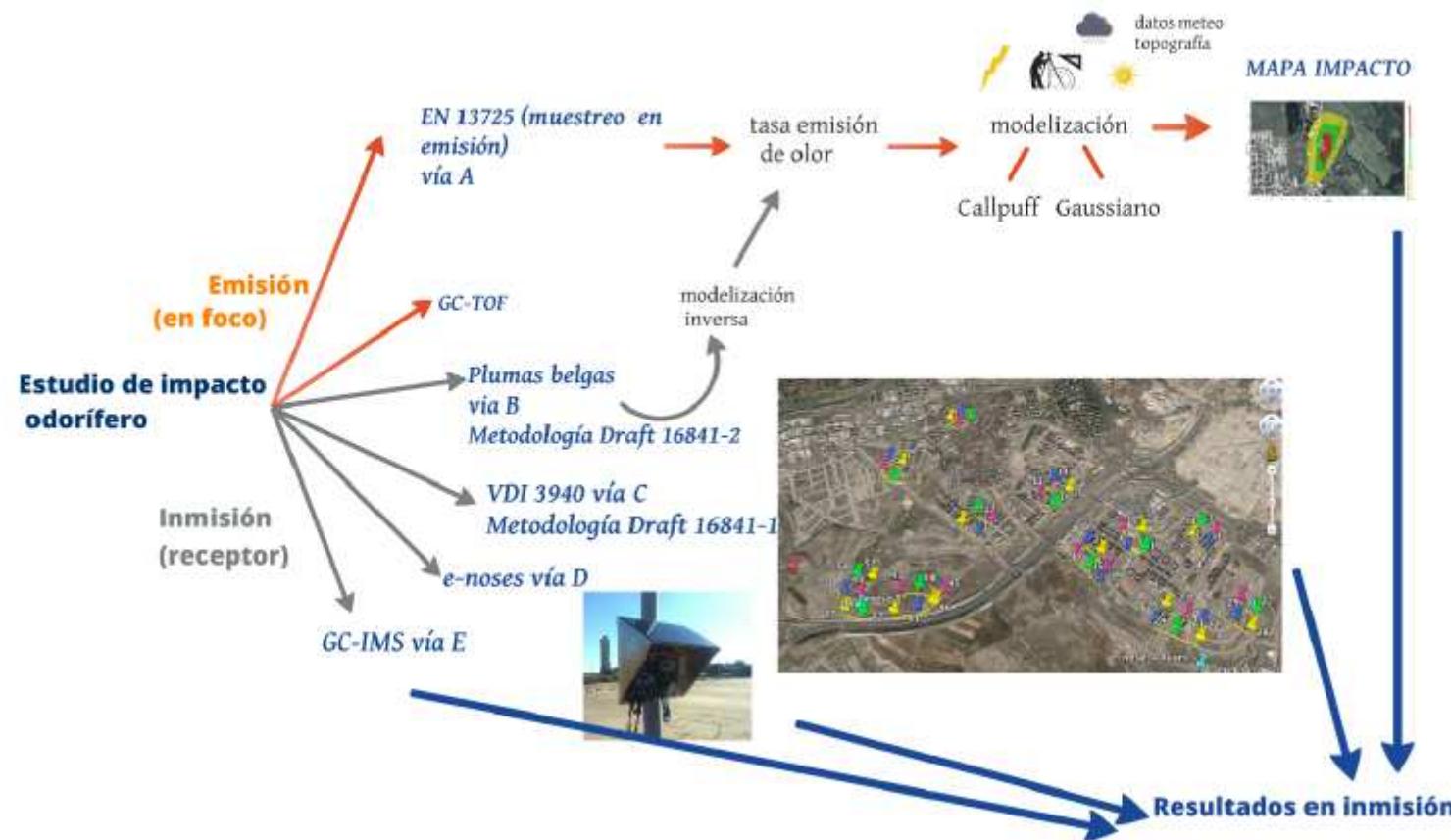


Figura 4: Resumen metodologías en emisión / inmisión aplicadas en el proyecto.



Las metodologías en emisión corresponden a aquellas donde la toma de muestra se realiza en foco, mientras que las metodologías en inmisión el monitoreo se lleva a cabo en la zona de impacto (receptor). Cabe remarcar que independientemente de la naturaleza de la metodología (emisión, inmisión), todas ellas aportarán información para evaluar el impacto potencial en inmisión. A continuación la Tabla 1 describe brevemente los métodos mencionada en la Figura 4.

Tabla 1. Resumen métodos aplicados a lo largo del desarrollo proyecto.

Método	Descripción
UNE-EN13725	Todas las mediciones de las concentraciones de olor se analizaron previamente a un máximo de 30 horas desde su recogida, de acuerdo con la normativa UNE-EN13725 “Cuantificación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”. El análisis de las muestras tiene lugar en laboratorio acreditado mediante un panel de expertos entrenados para este fin. Consultar información detallada en el apartado 2.1.
VDI/DIN 3940:2006	Método conocido como “método de la malla”, utilizado en la regulación ambiental alemana. Consiste en llevar a cabo medidas sensoriales mediante un panel de expertos entrenados para este fin. El resultado final es el porcentaje de horas de olor (%) sobre cada celda de la malla (dimensionada en la zona de interés). Consultar información detallada en el apartado 2.5.
Pluma belga	Este método se ha aplicado según el borrador de la norma Europea CEN, se puede definir como un método “a caballo” entre la emisión – inmisión, dado que el origen de la determinación comienza en las proximidades del foco, pero sin ser propiamente en él para clasificarla de metodología en emisión, mientras que los resultados se observan en el área de impacto del potencial receptor o inmisión. Este método permite caracterizar con mucha más precisión que el muestreo estandar (UNE-EN13725) los focos difusos, con lo cual es muy apropiado para la caracterización del vertedero. Consultar información detallada en el apartado 2.2.
Narices electrónicas (e-noses)	Las narices electrónicas recopilan datos en el potencial área de impacto, mediante conexión remota a través de un servidor con un Centro de Centralización de Datos a través de una red GPRS. La frecuencia de transmisión de los datos crudos medida por las narices electrónicas hacia el servidor remoto es ajustable a una periodicidad de cada 5 minutos. Los datos crudos son automáticamente procesados por un software en el mismo servidor remoto. El software permite detectar en línea los cambios de composición de los gases (anomalías) y reconocer los patrones que implican dichos cambios. Consultar información detallada en el apartado 2.6.
GC-TOF	Método de análisis mediante de cromatografía de gases detector de vuelo, caracterización molecular con límites de detección a nivel de partes por trillón (ppt). Consultar información detallada en el apartado 2.3.
GC-IMS	Método de análisis mediante de cromatografía de gases detector de movilidad iónica, caracterización molecular con límites de detección a nivel de partes por billón (ppb). Consultar información detallada en el apartado 2.7.
Modelo Calpuff	El modelo Calpuff, junto con la información topográfica de la zona y los datos meteorológicos del año 2015 de la estación meteorológica situada en Las Dehesas, permite obtener un mapa de contornos de inmisión de olor en los alrededores de la instalación, el cual indica la extensión del impacto generado. Estos resultados se calculan bajo condiciones de percentil C _{98,1h} y los resultados generados se presentan como un mapa de isodoras en unidades (ouE/s).



2.1 Metodología en emisión: Caracterización de focos según EN-13725

2.1.1 Programa de muestreo

El programa de muestreo tiene como objetivo tomar muestras representativas del potencial impacto odorífero de los distintos procesos que se llevan a cabo en el Parque Tecnológico de Valdemingómez y EDAR's del entorno. Esta campaña fue realizada del 27 al 31 de julio de 2015 por los siguientes técnicos:

- Guerau Arisa, responsable de muestreo y consultor de Odournet SL, Barcelona.
- Jesús Fernández, técnico de muestreo de Odournet SL, Barcelona

La toma de muestras se realizó bajo condiciones de pleno y normal funcionamiento de las diferentes plantas. A continuación, La Tabla 2 detalla el programa de muestreo, el método de muestreo y el número de muestras caracterizadas.

Tabla 2. Puntos de muestro, tipo y número de muestras para cada foco de olor considerado.

Denominación del foco	Ubicación a muestrear	Número muestras
Planta de tratamiento Las Lomas	Fosos de Recepción	3
	Ambiente Nave de Triaje	
	Acopio de Materia Orgánica	
Planta de tratamiento La Paloma	Fosos de Recepción	2
	Ambiente Nave de Triaje	
Planta de Biometanización de Las Dehesas	Ambiente Nave de Triaje	4
	Salida Biofiltro	
	Ambiente Nave	
	Acopio Lodos Biometanización	
Planta de Biometanización de La Paloma	Fosos de Recepción	6
	Ambiente Nave de Triaje	
	Ambiente Nave	
	Acopio Lodos Biometanización	
	Entrada Biofiltro	
	Salida Biofiltro	
PCC Las Dehesas	Fosos de Recepción	2
	Ambiente Nave de Triaje	
PCC Las Dehesas	Ambiente Nave Central	4
	Ambiente Nave de Afino	
	Salida Biofiltro Maduración	
	Salida Biofiltro Fermentación	
EDAR La Gavia	Entrada Sistema	4
	Salida Sistema desodorización	
Vertedero Las Dehesas	Biogás	5
	Frente de Vertido - sin lodos	



Denominación del foco	Frente de Vertido - con lodos	Sobre la superficie del	2	
		Ubicación a muestrear	Número muestras	
ERAR La China	Salida desodorización -	Canalizada, salida del sistema de lavado	1	3
	Entrada desodorización		1	
	Decantadores primarios			
	Salida desodorización -		1	
Planta de Tratamiento de Biogás	Decantadores primarios			
	Entrada "Scrubber"	Canalizada, entrada del sistema de lavado	3	8
	Salida "Scrubber"		1	
	Salida Biofiltro	Canalizada, salida	1	
	Salida Filtro Carbón Activo	Canalizada, salida filtro carbón activo	3	
EDAR Butarque	Entrada "Scrubber" -	Canalizada, entrada sistema de lavado	1	8
	Espesamiento y Flotación			
	Salida "Scrubber" -	Canalizada, salida sistema de lavado	1	
	Espesamiento y Flotación			
	Salida "Scrubber" -	Canalizada, a la salida del sistema de lavado	2	
	Decantadores primarios			
	Entrada "Scrubber"-	Canalizada, entrada del sistema de lavado	1	
Vertedero Valdemingómez	Decantadores primarios			
	Entrada "Scrubber" Obra		1	
Referencia	Salida "Scrubber" obra de entrada	Canalizada, salida del sistema de lavado	2	
Total Muestras	-		-	49+1*

Para mayor información de los puntos de muestreo, consultar las fotografías del **Anexo A**.

2.1.2 Estimación de emisiones en base a la campaña de muestreo EN-13725

Las fuentes de olor identificadas en las instalaciones se dividen en dos grupos:

- Fuentes de olor de área, y
- Fuentes de olor canalizadas

Las fuentes de área se caracterizan por ser sólidos o líquidos que emiten olores a la atmósfera a través de un área conocida, y que por lo general tienen dimensiones significativas, como el frente de vertido de la celda 5 o el acopio de compost. El método de estimación de emisiones de olor aplicado a este tipo de fuentes consiste en medir las emisiones de olor de un área limitada de la superficie de emisión para después extrapolar la cantidad de olor emitida por toda la fuente. El caudal de olor emitido por 1 m² de superficie se conoce como coeficiente de emisión, y se expresa en [ou_E/m²·s]. Este planteamiento se resume en la ecuación 1 de la siguiente manera:



Emisión de olores [ou_E/s] = Coeficiente de emisión [ou_E/m²·s] * Área de la fuente [m²] Ecuación 1

Por su parte, las emisiones de fuentes canalizadas se caracterizan por emitir aire oloroso a un caudal conocido [m³/s], como es el caso de una canalización o venteo. El método de estimación aplicado en este caso se presenta en la ecuación 2, y consiste en multiplicar la concentración de olor en el punto de emisión a la atmósfera por el caudal de aire manejado por la fuente de olor.

Emisión de olores [ou_E/s] = Concentración de la fuente [ou_E/m³] * Caudal de salida [m³/s] Ecuación 2

Cabe remarcar que el muestreo de las fuentes anteriores puede requerir dilución *in situ*. Este muestreo se lleva a cabo en el caso de flujos con alta humedad y temperatura, mediante un equipo de dilución *in situ*, el Sample Master. Este dispositivo, desarrollado por Odournet, diluye con un gas inerte (nitrógeno de alta pureza, calidad 5.0) los olores durante su recogida y evita la condensación de agua durante su transporte y almacenaje.

Los factores de emisión y concentración de olores de las distintas fuentes de emisión de olor identificadas en las instalaciones se han determinado en base a los resultados de la campaña de muestreo. Para mayor información acerca de las consideraciones de cada fuente de olor refiérase a la sección 3.5.2 sobre la estimación de emisiones en foco.

2.1.3 Análisis de muestras: concentración de olor por olfatometría dinámica EN13725

Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Olfatométrico acreditado de Odournet S.L., ubicado en el Parc de Recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona. El laboratorio de Odournet S.L. opera desde el año 2012, en junio de 2013 obtuvo su **acreditación por ENAC** para el análisis por olfatometría dinámica de acuerdo con el estándar EN13725. El número de acreditación es el 1046/LE2024.

Todas las mediciones de las concentraciones de olor se analizaron previamente a un máximo de 30 horas desde su recogida, de acuerdo con la normativa UNE-EN13725 “*Cuantificación de la concentración de olor por olfatometría dinámica*”.

2.2 Metodología emisión - inmisión: Pluma Belga

La estimación de la tasa de emisión de olor total del Parque Tecnológico de Valdemingómez resulta compleja debido al elevado número de focos potenciales difusos y a la dificultad o imposibilidad en algunos casos para muestrearlos de forma representativa. Este hecho plantea la necesidad de emplear métodos alternativos para la cuantificación de las emisiones de olor.

De esta manera, para determinar el impacto del Parque, se han combinado los resultados obtenidos de la campaña de muestreo y análisis de olor según EN13725 con la valoración de la magnitud de la exposición de la comunidad próxima con paneles de asesores de campo entrenados mediante un procedimiento objetivo estandarizado denominado “Método Belga”. Este método se ha aplicado según el borrador de la norma Europea CEN, que está siendo preparado por un grupo técnico del CEN con participación de expertos de Odournet. La metodología fue desarrollada por el Ministerio Belga del Medio Ambiente^[Langenhove y Van Broeck, 2001], para su uso en procedimientos de licencias y regulación.

El objetivo consiste en determinar la distancia máxima de detección de la pluma de olor en condiciones de sotavento desde la fuente y en unas condiciones meteorológicas determinadas. Para ello, se planifica un recorrido partiendo de la fuente de emisión hacia posiciones más alejadas de la misma, siguiendo la dirección del viento, en zig-zag en torno al eje de la pluma pero saliendo del área de influencia de la misma, tal y como se ilustra en la Figura 5. De esta manera se evita que la adaptación al olor provoque la pérdida de sensibilidad olfativa. Este trayecto es recorrido por un panel especializado que realiza las observaciones olfativas en puntos determinados. Los estadios transitorios entre las situaciones de percepción y de no percepción del olor que definen la pluma de detección del olor se registran en un mapa detallado.



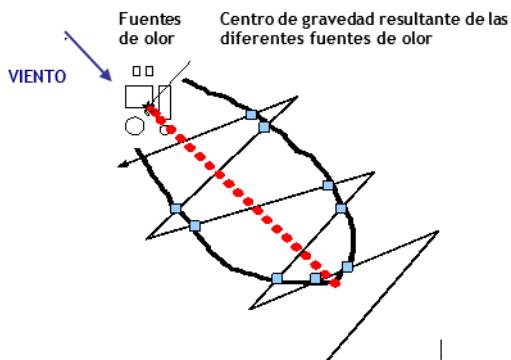


Figura 5. Recorrido esquemático a realizar por parte de los paneles asesores de campo según la metodología belga.

Esta metodología se aplica para la determinación de tasas de emisión de focos difusos, como es el caso del vertedero de Las Dehesas. El vertedero es una superficie de terreno muy amplia, con lo cual resulta muy difícil su caracterización tomando muestras en foco, ya que la incertidumbre asociada a las medidas es muy grande. Debido a esto, se realiza la caracterización a partir de plumas belgas, según la metodología anteriormente descrita, ya que aporta resultados más ajustados a la realidad.

2.2.1 Estimación de emisiones en base a observaciones de campo

Para la correcta estimación de las emisiones a partir de esta metodología, se necesita realizar las medidas bajo unas condiciones meteorológicas particulares, es decir, cuando se puede esperar una forma clara de la pluma en relación con la fuente^[Bilsen y De Fré, 2005]. Las condiciones adecuadas para llevar a cabo las observaciones de la pluma en situación de sotavento son:

- Plena cobertura de nubes,
- Velocidad del viento entre 2 y 8 m/s,
- Cuando la dirección del viento permite una buena accesibilidad al terreno en situación de sotavento.

La dimensión de la pluma de olor depende de diversos factores, así como del nivel de la emisión, la altura efectiva de la fuente de emisión, la topografía del terreno y las condiciones meteorológicas en el momento de observación. Dado que la topografía del terreno y la cota de la fuente son constantes, y asumiendo que la emisión de olor de la fuente es relativamente constante durante las observaciones, la dimensión del área de detección del olor viene determinada solamente por la velocidad del viento y la dispersión atmosférica.

A partir de la distancia máxima de detección y del registro de las condiciones meteorológicas en el momento de las observaciones de campo, se puede estimar el rango total de emisiones con origen en la fuente considerada, mediante la aplicación de modelación inversa con el modelo CALPUFF tal y como se explica en el apartado 2.2.2.

En este sentido se considera que el contorno de las plumas presenta una concentración de olor de $C_{98-1\text{hora}} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, concentración equivalente al límite de detección de la nariz humana (ver Anexo C).

2.2.2 Estimación del nivel de emisión total de una instalación a través de la modelación atmosférica inversa

Inicialmente es necesario definir la localización y las dimensiones de todas las fuentes de olor relevantes a partir del registro del mapa cartográfico del área de estudio en el modelo de dispersión, junto con los datos topográficos locales.

Posteriormente se realiza un ejercicio de "modelación inversa" mediante el modelo CALPUFF, con el fin de estimar el nivel de emisión de olor en el momento que se han realizado las medidas. Para ello, se utiliza como información de entrada la distancia máxima de detección del olor (contorno de la pluma de olor), y las condiciones meteorológicas en el momento de las medidas.

Mediante un proceso de cálculo iterativo, la tasa de emisión se adapta de manera que se optimice el ajuste entre los resultados modelados de la pluma a su dimensión observada. La tasa de emisión que resulta del mejor ajuste se considera como la mejor estimación de las emisiones integrales de olor de la instalación.

2.3 Metodología en emisión: Caracterización química mediante GC-TOF

2.3.1 Recogida de muestras

Las muestras de aire fueron recogidas "in situ" en bolsas de muestreo Nalophane. Una vez en la bolsa, un volumen de aire (100-500 ml) fue transferido a un tubo de termodesorción (Tenax/Carbograph5TD; Markes International) en el tiempo máximo posterior de 30 horas después del muestreo (basado en la norma EN 13725). Para el conjunto de muestras a analizar fueron necesarios 2 tubos de termodesorción adicionales sin muestra e idénticos a los utilizados en las muestras, los cuales se analizaron como blancos.

2.3.2 Instrumentación

El equipo consta de un cromatógrafo Agilent 7890A y un espectrómetro de masas que integra tecnología de tiempo de vuelo, Time-of-Flight Mass Spectrometer BenchTOF-dx (Almsco), lo cual permite una alta definición para el análisis de compuestos en mezclas complejas y altamente contaminadas. El equipo de GC-MS está acoplado a un equipo de desorción térmica Unity2 (Markes International), que permite la recuperación cuantitativa de la muestra, eliminando la limitación de un único análisis y simplificando la validación del método y los datos (Figura 6).

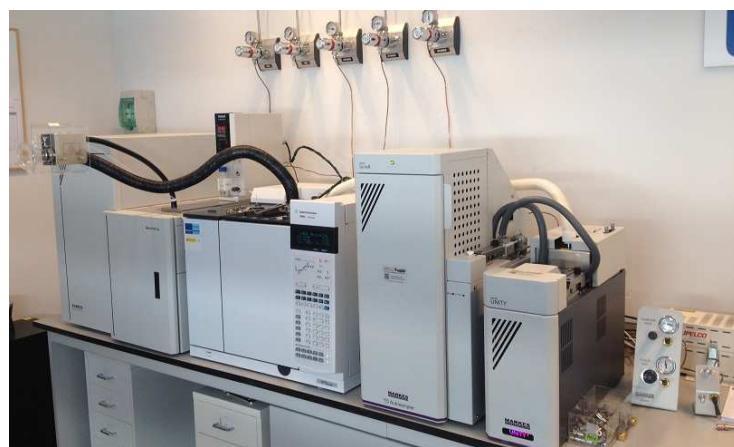


Figura 6. Instrumentación del laboratorio de análisis químicos.

En relación a la separación y detección de los compuestos orgánicos volátiles (COVs), se utilizó una columna capilar de polaridad media (DB-624; 60m, 250 μ m, 1.4 μ m; Agilent, USA) y helio como gas portador a un flujo de 1.5 ml/min. El programa de temperatura del GC fue de 40 °C durante 5 min, luego se incrementó



hasta 45 °C a una velocidad de 2 °C min-1 y finalmente hasta 230 °C a una velocidad de 5 °C min⁻¹ y se mantuvo a esa temperatura durante 4 min.

La desorción de los COVs retenidos en los tubos termodesorción (TenaxTA/Carbograph5TD) se llevó a cabo en la unidad de desorción térmica Unity2. Los tubos eran de acero inoxidable (longitud: 8.8 cm y 0.5 cm de diámetro) llenos de un material multisorbente de aproximadamente 350 mg. Los dos materiales absorbentes fueron seleccionados sobre la base de la recomendación del fabricante. En la desorción primaria, los tubos se calentaron a 300 °C con una velocidad de flujo de helio de 50 ml/min durante 8 min. Los COVs, después de su desorción térmica, fueron capturados en una trampa fría a baja temperatura (-20 a 10°C) mediante enfriamiento termoeléctrico. A posteriori, la trampa fría fue calentada hasta 300-350 °C de acuerdo a un perfil de temperatura programado, liberando todos los volátiles hasta alcanzar el GC para la posterior separación cromatográfica. Al finalizar el recorrido por la columna del GC, una vez separados, los compuestos alcanzan el detector de masas a diferentes tiempos de retención, donde son ionizados, y mediante el TOF se determinan con gran precisión las masas de los iones para permitir su identificación. La interfaz del espectrómetro de masas se fijó en 230 °C. Los análisis se realizaron con un rango de masa molecular de 28 a 330 m/z, y una energía de impacto de electrones de 70 eV. Un resumen de las condiciones instrumentales utilizadas en este estudio se representan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen de las condiciones instrumentales utilizadas en el estudio.

Parte	Parametro	Unidad	Valor
Desorción Térmica	Flujo Helio	ml/min	50
	Tiempo desorción	min	10
	Temperatura desorción	°C	300
	Flujo desorción	ml/min	50
	T° trampa fría	°C	10
	T° final trampa fría	°C	320
	Tiempo trampa fría	min	5
Espectrómetro de masas	Filamento	V	1.6
	Rango m/z	uma	47-400
	T ° línea transferencia	°C	230
	T° fuente iones	°C	230
GC	Programa GC	T° Inicial	40
		Tiempo	5
		Ratio	2
		Ratio	5
		T° Final	230
		Tiempo	8
	Flujo Helio	ml/min	1.6
	Tipo de columna	Modelo & dimensiones	DB-624 (60m; 250µm; 1.4µm)

2.3.3 Cuantificación e identificación de los volátiles

La cuantificación de los COVs fue determinada de forma semi-cuantitativa, utilizando una concentración determinada (50 ng) de una mezcla de 80 compuestos (Tabla 4), donde se determinan los factores respuestas de una serie de moléculas de una misma familia química obteniéndose un factor respuesta robusto y representativo. El proceso de deconvolución que proporciona la identificación química de las muestras se llevó a cabo utilizando el software TargetView V3 (Almsco).



Tabla 4. Solución de referencia para cuantificación.

Order	Compound name	CAS N°	Chemical family	Order	Compound name	CAS N°	Chemical family
1	Ethanol	64-17-5	Alcohols	43	4-Vinylcyclohexene	100-40-3	Cyclic Hydroc
2	Isopropyl Alcohol	67-63-0	Alcohols	44	Ciclohexano	110-82-7	Cyclic Hydroc
3	1-Propanol	71-23-8	Alcohols	45	Butyl acetate	123-86-4	Esters
4	1-Butanol	71-36-3	Alcohols	46	Ethyl Acetate	141-78-6	Esters
5	Octenol	18409-17-1	Alcohols	47	Benzyl acetate	140-11-4	Esters
6	1-octen-3-ol	3391-86-4	Alcohols	48	Isopropyl formate	625-55-8	Esters
7	3-octanol	589-98-0	Alcohols	49	Dibutyl éter	142-96-1	Ethers
8	Decanal	112-31-2	Aldehydes	50	Propane, 2-methoxy-2-methyl-	1634-04-4	Ethers
9	Nonanal	124-19-6	Aldehydes	51	Furan	110-00-9	Furans
10	Octanal	124-13-0	Aldehydes	52	2,5-dihidrofurano	1708-29-8	Furans
11	Hexanal	66-25-1	Aldehydes	53	2-methylfuran	534-22-5	Furans
12	2-Phenylpropanal	93-53-8	Aldehydes	54	Benzene, 1,4-dichloro-	106-46-7	Halogen comp
13	Pentane, 2,4-dimethyl-	108-08-7	Aliphatic Hydroc	55	Ethane, 1,2-dichloro-	107-06-2	Halogen comp
14	n-Hexane	110-54-3	Aliphatic Hydroc	56	Methane, dibromochloro-	124-48-1	Halogen comp
15	Octane	111-65-9	Aliphatic Hydroc	57	Tetrachloroethylene	127-18-4	Halogen comp
16	Nonane	111-84-2	Aliphatic Hydroc	58	Trichloromethane	67-66-3	Halogen comp
17	Undecane	1120-21-4	Aliphatic Hydroc	59	Methylene chloride	75-09-2	Halogen comp
18	Dodecane	112-40-3	Aliphatic Hydroc	60	Methane, bromodichloro-	75-27-4	Halogen comp
19	Decane	124-18-5	Aliphatic Hydroc	61	Propane, 1,2-dichloro-	78-87-5	Halogen comp
20	Heptane	142-82-5	Aliphatic Hydroc	62	Trichloroethylene	79-01-6	Halogen comp
21	Pentane, 2,2,4-trimethyl-	540-84-1	Aliphatic Hydroc	63	Methyl Isobutyl Ketone	108-10-1	Ketones
22	Hexadecane	544-76-3	Aliphatic Hydroc	64	Acetone	67-64-1	Ketones
23	Tridecane	629-50-5	Aliphatic Hydroc	65	2-Butanone	78-93-3	Ketones
24	Tetradecane	629-59-4	Aliphatic Hydroc	66	2,3-butanedione	431-03-8	Ketones
25	Pentadecane	629-62-9	Aliphatic Hydroc	67	octanone	111-13-7	Ketones
26	Benzyl alcohol	100-51-6	Aromatic Alcohol	68	Pyridine	110-86-1	Nitrogen
27	m-cresol	108-39-4	Aromatic Alcohol	69	Pyrrole	109-97-7	Nitrogen
28	3-Phenylpropanol	122-97-4	Aromatic Alcohol	70	Propionic acid	79-09-4	organic acid
29	Ethylenebenzene	100-41-4	Aromatic comp	71	Acetic acid	64-19-7	organic acid
30	Styrene	100-42-5	Aromatic comp	72	Butyric acid	107-92-6	organic acid
31	p-xylene	106-42-3	Aromatic comp	73	n-Valeric acid	109-52-4	organic acid
32	m-xylene	108-38-3	Aromatic comp	74	2-Propanone, 1-(acetoxy)-	592-20-1	Oxygen comp
33	1,3,5-trimethylbenzenes	108-67-8	Aromatic comp	75	5-methylfurfural	620-02-0	Oxygen comp
34	Toluene	108-88-3	Aromatic comp	76	Dimethyl trisulfide	3658-80-8	Sulfur comp
35	1,2,3-trimethylbenzenes	526-73-8	Aromatic comp	77	Dimethyl sulfide	75-18-3	Sulfur comp
36	2-ethyltoluene	611-14-3	Aromatic comp	78	Dimethyl disulfide	624-92-0	Sulfur comp
37	3-ethyltoluene	620-14-4	Aromatic comp	79	B-pinene	18172-67-3	Terpenes
38	4-ethyltoluene	622-96-8	Aromatic comp	80	D-Limonene	5989-27-5	Terpenes
39	Benzene	71-43-2	Aromatic comp	81	a-Pinene	80-56-8	Terpenes
40	o-xylene	95-47-6	Aromatic comp	82	p-Cymenene	1195-32-0	Terpenes
41	1,2,4-trimethylbenzenes	95-63-6	Aromatic comp	83	Eucalyptol	470-82-6	Terpenes
42	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	95-93-2	Aromatic comp	84	Terpinolene	586-62-9	Terpenes

La identificación de los volátiles detectados por GC-MS es una tarea del espectrómetro de masas (MS). La certeza en la identificación dependerá de la cantidad de moléculas volátiles desorvidas en la etapa de desorción térmica, la calidad de la separación cromatográfica en el GC y la resolución intrínseca del MS. Cuando las moléculas finalizan la etapa cromatográfica, éstas alcanzan el detector de masas y son fragmentadas. La fragmentación de cada molécula es definida por un patrón propio de fragmentación, el cual es registrado y comparado vectorialmente con los fragmentos estándar en base a la librería de masas espectral NIST (National Institute of Standards and Technology). El resultado de esta comparación vectorial proporciona la identificación química de la especie.

2.4 Metodología en emisión: Modelización de la dispersión atmosférica de olores

Las concentraciones de inmisión han sido simuladas utilizando el modelo CALPUFF, junto con la información topográfica de la zona y los datos meteorológicos del año 2015 de la estación meteorológica situada en Las Dehesas. El ejercicio de modelación permite obtener un mapa de contornos de inmisión de olor en los alrededores de la instalación, el cual indica la extensión del impacto generado.

La modelación con Calpuff necesita un tratamiento de datos meteorológicos más amplio que los modelos gaussianos (tipo ISCST o AERMOD). Los componentes principales de este sistema de modelación son el



Calmet (el modelo meteorológico tridimensional), el Calpuff (el modelo de dispersión de calidad del aire), y Calpost (un paquete postprocesamiento).

Para poder aplicar el modelo Calpuff en su modo de tres dimensiones (3D), es necesario definir un modelo de vientos también en tres dimensiones. Se utilizará la información meteorológica horaria utilizada en el proyecto piloto de la herramienta DMS-Cloud para una localización en Madrid. Esta información meteorológica será utilizada como input al modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF.

Este modelo es más adecuado para modelar las situaciones de calma y de velocidad de viento limitada, que son muy determinantes en zonas del sur de Europa, y especialmente en la zona del presente estudio (ver apartado siguiente).

Se ha incluido en el modelo Calpuff 3D la elevación del terreno con los datos de la Misión Topográfica de Radar volada en el Trasbordador Espacial SRTM (Shuttle Radar Topography Mission - SRTM3).

El SRTM adquirió la más completa y casi base de datos mundial de alta resolución de la topografía de la Tierra en el año 2000 mediante el lanzamiento del Space Shuttle Endeavour. El SRTM, encabezado por la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) y la National Aeronautics and Space Administration (NASA), recogió mediante el uso de tecnología avanzada de radar datos topográficos entre los 60° de latitud norte y los 56° de latitud sur cubriendo aproximadamente un 80% de la masa total de la Tierra.

2.4.1 Modelo meteorológico

El Calmet es un pre-procesador meteorológico que incluye un generador de campo de viento que contiene un análisis objetivo y un tratamiento parametrizado de flujos de pendiente, efectos de terreno y efectos de bloques en el terreno. El pre-procesador produce campos de componentes de viento, temperatura del aire, humedad relativa, que mezcla altura y otras variables micrometeorológicas para producir los campos meteorológicos tridimensionales que se utilizan en el modelo de dispersión de Calpuff. La modelación meteorológica consiste en procesar el modelo Calmet en modo de cálculo anidado para crear un campo meteorológico tridimensional para toda la región.

En este caso, el dominio exterior ha cubierto una área de 64 km x 64 km, con coordenadas de origen (40.327751, -3.589120). Eso resulta en 64 x 64 puntos de red con una resolución de 1 km a lo largo de los dos ejes x-y.

Como datos de entrada para el CALMET se han utilizado los observados de superficie, con intervalos máximos de 1 hora, de la estación meteorológica de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Las Dehesas. Los datos fueron facilitados por el cliente.

La Figura 7 muestra la rosa de vientos de la estación utilizada (figuras 7a, 7b datos de la estación metereológica Las Dehesas, figura 7c datos de la estación metereológica situada en el edificio del Centro de visitantes La Paloma). Se observa cierta importancia en las velocidades de viento bajas así como períodos importantes de calma. Este hecho hace patente la necesidad de utilizar un modelo avanzado como el Calpuff 3D para la simulación de la dispersión de olores.

Por otra parte la Figura 7 muestra, tal y como es esperable, concordancia entre los datos recogidos por ambas estaciones metereológicas. La figura 7a corresponde a los datos observados en la estación metereológica de Las Dehesas (datos aportados por el cliente), la figura 7b (punto central) corresponde a los datos simulados con el modelo WRF en el punto central del dominio CALPUFF y la figura 7c muestra los datos de la estación meteo localizada en el edificio del Centro de visitantes La Paloma.



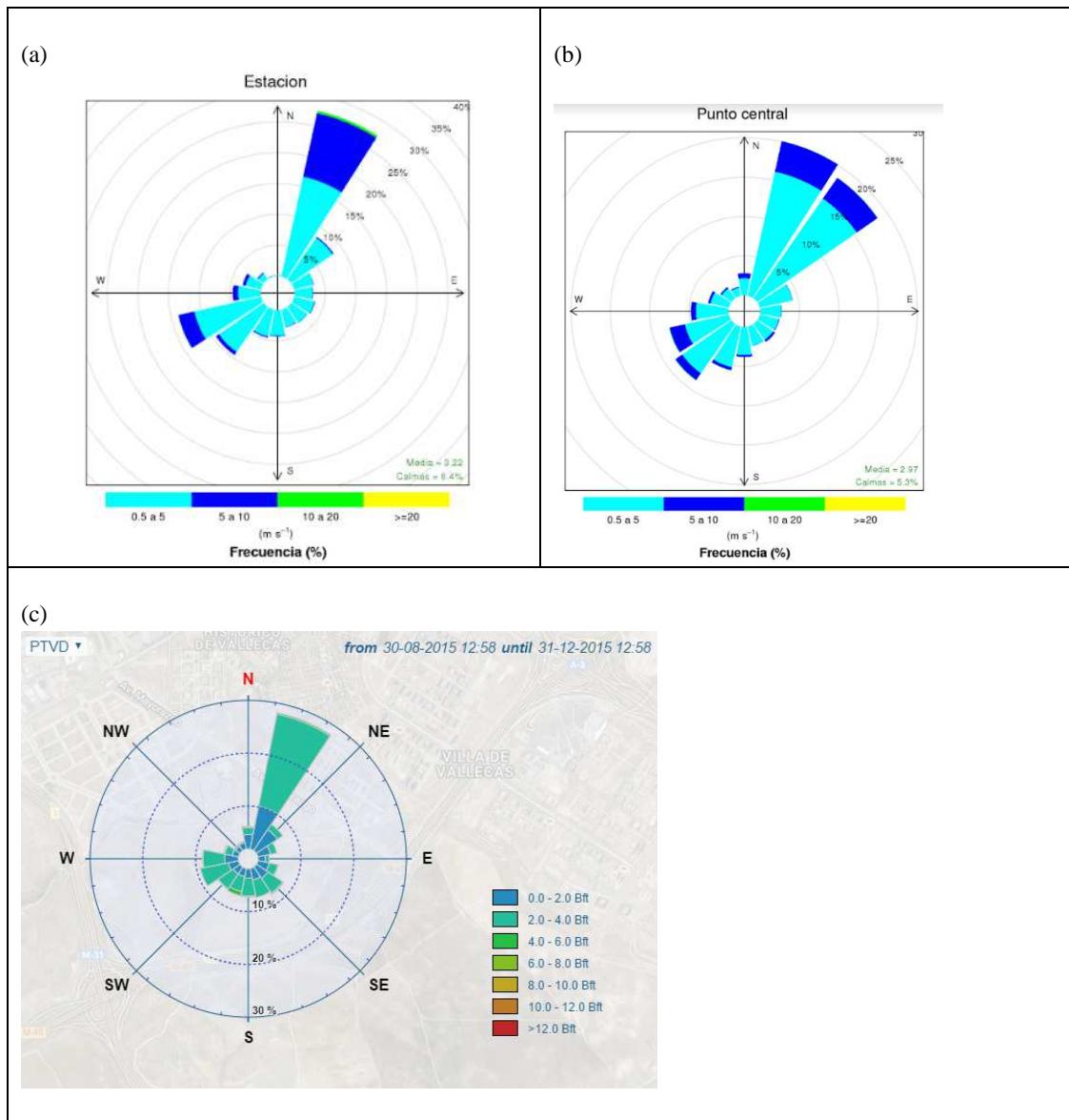


Figura 7. (a) rosa de vientos de la estación meteorológica ubicada en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Las Dehesas, 2015, (b) datos simulados con el modelo WRF en el punto central del dominio CALPUFF, (c) rosa de vientos de la estación meteorológica ubicada en el edificio del Centro de visitantes La Paloma, agosto – diciembre 2015.

A continuación, la Figura 8 detalla las rosas de los tiempos horarias, desde las 00:00 hasta las 23 h., las cuales muestran el cambio del promedio de intensidad de vientos y velocidades en cada franja horaria.



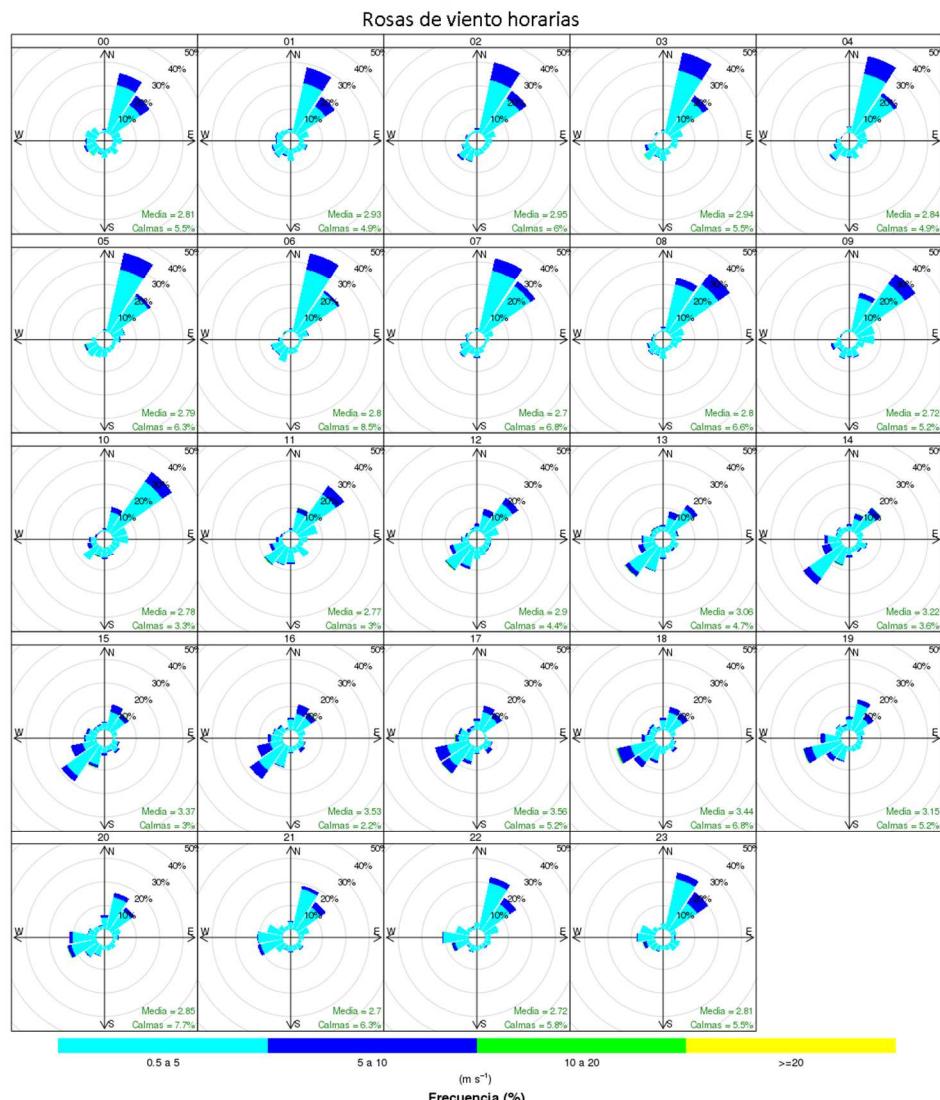


Figura 8. Rosas de los vientos horarias según datos de la estación meteorológica ubicada en La Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Las Dehesas, 2015.

El modelo Calmet utiliza toda la información meteorológica de entrada en combinación con el uso del suelo y la información geofísica para modelar el dominio y predecir el campo meteorológico de la malla para la región del dominio exterior.

Posteriormente, los datos meteorológicos de la malla generados en el dominio exterior se han utilizado para crear datos de resolución más precisos en el dominio interior anidado, en los alrededores de la planta. Este dominio ha cubierto unos 30 km x 30 km de área, con coordenadas de origen (40.345991, -3.59864). Esto resulta en 150 x 150 puntos de malla con una resolución de 0,1 km a lo largo de los dos ejes x-y.

En vertical, el modelado ha constado de 21 niveles que se extienden desde la superficie hasta 4.000 m (0 m, 20 m, 25.0 m, 30.0 m, 40.0 m, 60.0 m, 80.0 m, 120.0 m, 160.0 m, 240.0 m, 320.0 m, 480.0 m, 640.0 m, 920.0 m, 1200.0 m, 1600.0 m, 2000.0 m, 2500.0 m, 3000.0 m, 3500.0 m, 4000.0 m).



2.4.2 Valoración de resultados dispersión atmosférica de olores

El modelo se ha establecido para visualizar la extensión de impacto por olores del **Parque de Tratamiento de Valdemingómez bajo su configuración en el año 2015** representando el Escenario 1, basado en estimaciones indicadas en el apartado 3.5.2 (tabla 14, tabla 15).

Los resultados de la modelación se presentan en la forma de contornos de olor (isopletas, líneas conectando puntos con igual frecuencia de ocurrencia) para promedios de concentración en 1 hora de $x \text{ ou}_E/\text{m}^3$ al 98 percentil. En notación corta: $C_{98, 1\text{-hora}} = x \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Los aspectos clave de los contornos son:

- Los contornos representan el área donde el 98% de las horas del año, la máxima concentración a nivel de terreno promediada en 1 hora será de $x \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Por ejemplo, si el modelo predice que el contorno de $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ abarca 100 m del límite de las instalaciones, esto significa que se espera que la concentración sea superior a $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ durante un máximo de 175 horas al año.
- La isolínea para el percentil 98% de $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, corresponde a la concentración de olor que representa en teoría el umbral de detección para individuos calibrados según la EN13725. En el 2% de horas del año, lo cual equivale a un total de 175 horas, se presentarán promedios de concentraciones horarias más elevadas dentro del área de este contorno. Dentro de una hora, con una concentración promedio de $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, un observador podrá percibir el olor de forma intermitente en un porcentaje del tiempo, debido a las variaciones momentáneas de la concentración en el campo. La relación de los máximos al promedio (peak to mean ratio) se mueve entre un factor 5 y 20 y depende de las condiciones meteorológicas y las características de emisión. Un foco puntual con emisiones muy concentradas a poca distancia produce más variación de concentración que un foco fugitivo de grandes dimensiones a larga distancia.
- El cálculo de la concentración a nivel de terreno está basada en 1 año de datos meteorológicos. De esta forma, los contornos de olor no representan la situación presente en un punto específico en el tiempo, sino que refleja las ubicaciones donde una cierta concentración de olor es excedida con una cierta probabilidad durante el periodo de modelación. Se estima que por lo general, este periodo es adecuado para representar las condiciones generales de una localidad.
- La forma de los contornos está determinada por los caudales de emisión, altura y ubicación de los focos de olor, topografía de la zona, y las condiciones meteorológicas predominantes.

2.4.3 Criterio de impacto

El criterio de impacto de un olor es determinado mediante relaciones dosis efecto, donde la dosis es la exposición a un olor, y el efecto la probabilidad de que el olor provoque molestias en la población en general.

Los resultados obtenidos se han comparado con el valor objetivo de inmisión de olor especificados en el anteproyecto de ley de la *Generalitat de Catalunya* para las instalaciones del sector de tratamiento de residuos (*Esborrany d'Avantprojecte de Llei contra la Contaminació Odorífera, 2005*):

- $C_{98, 1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ criterio de inmisión; por debajo de este nivel de olor, es muy poco probable que se presenten molestias en la población general expuesta.

Este documento surge como necesidad de aplicar un marco normativo que establezca las medidas necesarias para prevenir y corregir la contaminación odorífera. El borrador final fue publicado en 2005.

Para mayor detalle del criterio de impacto refiérase al **Anexo B**.



2.5 Metodología en inmisión: VDI 3940 método de la malla

El estudio se basa en la metodología VDI/DIN 3940:1993, 'Bestimmung der Geruchstoffimmissionen durch Begehungen', Beuth Verlag, Berlín 1993 y en su actualización VDI/DIN 3940:2006, conocido como método de la malla y utilizado en la regulación ambiental alemana. Actualmente, el Comité de Estandarización Europeo (CEN), bajo el patronazgo del Comité técnico 264 de Calidad del Aire, está empleando dicha normativa como base para elaborar un método estándar europeo, el cual permita evaluar la exposición a olores mediante paneles de campo. Odournet participa en el grupo de trabajo técnico WG27 de redacción del borrador de este estándar europeo (CEN/TC264/WG27).

El presente estudio ha contemplado la aplicación del método de acuerdo con los siguientes criterios:

- La malla consta de un total de 54 puntos de observación, 52 rotativos y 2 fijos, con una distancia de separación máxima entre dos puntos contiguos de 250 m. Los puntos se encuentran ubicados en las principales zonas de la Villa de Vallecas y El Ensanche, ubicadas en el entorno de potencial impacto del Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- La malla de observación está formada por celdas de 4 puntos, y en un día de observación solamente se puede medir uno de los puntos perteneciente a una misma celda. La malla correspondiente al estudio está constituida por un total de 15 celdas distribuidas en 4 rutas. Así mismo existen dos puntos individuales que constituyen dos puntos de referencia y actúan como celdas propias, los cuales se miden en cada una de las rutas establecidas (ver Figura 9).
- En cada punto de observación de la malla se realizan un mínimo de 13 observaciones independientes, es decir, en días diferentes, sumando un total de 52 días de observación (4 puntos de una celda x 13 observaciones por punto). En relación con los puntos fijos, estos han sido observados todos los días desde que se inició el estudio; para que los resultados sean acordes con la normativa VDI/DIN3940 ya que representan una celda en sí mismos.
- Cada observación consiste en un periodo de percepción de 10 minutos, con un registro sensorial cada 10 segundos, dando un total de 60 registros sensoriales por observación. Se registran parámetros como presencia de olor, intensidad del olor, carácter del olor, etc.
- Estas observaciones se utilizan para calcular el porcentaje de "horas de olor" de la siguiente forma; si durante el tiempo de observación se percibe y reconoce un mismo tipo de olor el 10% o más de las veces, la medida es considerada como una "hora de olor" para este olor en cuestión. El impacto de olor en una celda se determina a partir de la suma de todas las "horas de olor" y se expresa en forma de porcentaje con relación al número total de observaciones como frecuencia de "horas de olor".

Como ejemplo, La Figura 10 muestra un ejemplo de una celda de medida con sus correspondientes 4 puntos de observación, donde se obtienen 8 registros positivos respecto a las 52 observaciones totales, lo que representa un 15% de frecuencia de horas de olor.

Por otra parte la Figura 9 muestra sobre plano las rutas amarilla, verde, azul y rosa. Los puntos de referencia (53, 54) son rojos y pertenecen a todas las rutas, ya que se miden en cada uno de los recorridos independientemente del color de la ruta asignada.



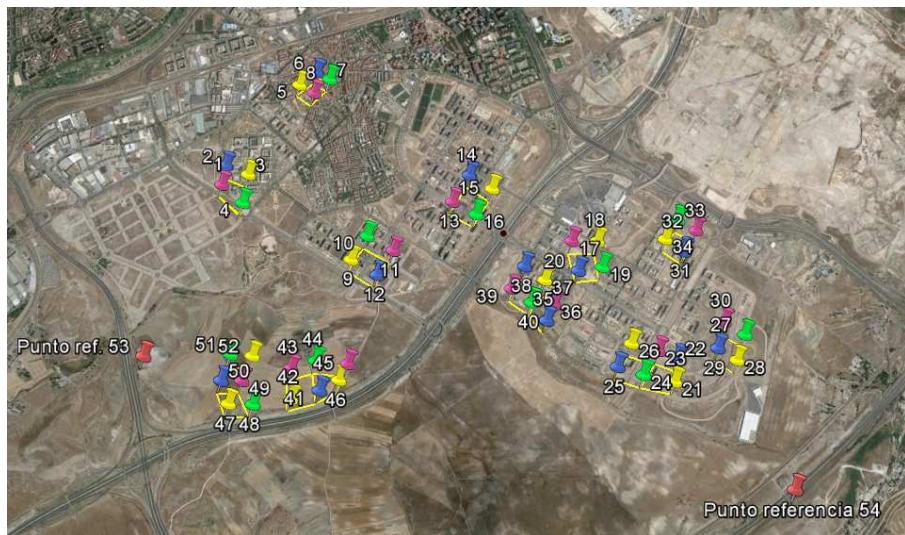


Figura 9. Rutas establecidas (amarilla, verde, azul, rosa) para la metodología de la malla.

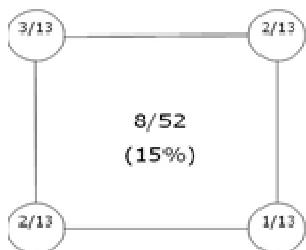


Figura 10. Ejemplo de una celda con sus correspondientes 4 puntos de observación y el cálculo de la frecuencia de horas de olor según el método VDI/DIN3940.

2.5.1 Selección del panel de campo

El panel de asesores cualificados o panel de expertos fue seleccionado según las normativas VDI/DIN3940 y EN13725. Las pruebas de selección consistieron en valorar la capacidad olfativa de cada individuo frente a un olor de referencia (n-butanol). Un total de 18 individuos fueron evaluados, de los cuales se seleccionaron 10 personas para constituir los miembros del panel de expertos.

Para determinar el umbral de detección de este gas a diferentes diluciones, cada observador se sometió a un mínimo de 12 pruebas durante tres días. Fueron admitidos aquellos panelistas cuya agudeza olfativa cumplió con los siguientes criterios:

- Mediana geométrica de umbral de detección entre 20 y 80 ppb v/v,
- Reproductibilidad expresada como la desviación estándar, inferior al valor límite de 2,3

Antes de iniciar las observaciones de campo, los miembros cualificados del panel fueron entrenados con el fin de familiarizarse con los olores característicos de la zona de estudio. Este ejercicio consistió en visitar diversos procesos dentro de las distintas plantas del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Por otra parte, los componentes del panel realizaron un recorrido en el área de estudio para familiarizarse con la malla, localizar las distintas rutas y puntos de medida que la conforman.

Para ver registro de calibraciones, consultar anexo D.



2.5.2 Campaña de medidas de campo

En una etapa previa a las observaciones de campo, los técnicos de Odournet realizaron una caracterización de los olores presentes en la zona, tomando en consideración las fuentes de olor indicadas en la Tabla 5. La campaña de medidas de observaciones de campo se realizó según la normativa VDI/DIN 3940, tal como se indica anteriormente. Dichas observaciones sensoriales se planificaron en la malla de puntos rotativos en diferentes días de la semana y a diferentes horas del día, distribuidas a lo largo del periodo completo del estudio (6 meses), con el fin de asegurar la representatividad de las medidas. La planificación resultó en una frecuencia de 2 a 3 días de observación por semana, las cuales suman un total de 52 observaciones durante las 2 campañas trimestrales de trabajo de campo. Las inspecciones abarcan registros sensoriales de los olores, su caracterización, localización de la fuente de emisión, así como observación de las condiciones meteorológicas (velocidad y dirección de viento, precipitación y nubosidad) en el momento que se realiza la observación.

Tabla 5. Olores caracterizados en el área de estudio.

Código	Fuente de Olor	Instalación
0	Sin olor	No aplica
1	Compostaje	La Paloma/ Las Dehesas (triaje -compostaje)
2	Basura fresca	La Paloma / Las Lomas / Las Dehesas (triaje - compostaje) / Las Dehesas (biometanización)
3	Biogás	Las Dehesas (vertedero) / Planta de tratamiento de biogás
4	Lodos/fangos	La Paloma / Las Dehesas (biometanización)
5	Agua residual	Edar Sur /Edar Sur Oriental / Butarque /La Gavia/ Velilla / Casa Quemada / La China
6	Camión Basura	No aplica
7	Alcantarilla	No aplica
8	Humo/quemado	No aplica
9	Otros (*)	No aplica

(*) Olores no predefinidos de carácter difuso (tráfico, basura, comida, campo, etc.).

2.5.2.1 Registro de las medidas de olor a través de la aplicación OFIM

El día 17 de agosto de 2015 se inició el trabajo de campo en el área definida en el presente estudio. Las observaciones de los asesores se registraron digitalmente mediante un teléfono inteligente (Smartphone), con la aplicación en línea del programa desarrollado por Odournet, el OFIM, el cual permite automatizar la transferencia de los datos de forma inmediata vía Internet.

Este sistema automatizado permite establecer la planificación de las observaciones de campo, distribuir las observaciones de forma homogénea entre los miembros del panel, controlar vía GPS la posición de los asesores, procesar los datos, estimar las frecuencias de horas de olor, y presentar los resultados directamente sobre ortofotomapas.

También es posible consultar de forma instantánea los resultados después de cada observación, de manera gráfica o en formato Excel, hecho que facilita el seguimiento del proyecto en todo momento. A continuación, la Figura 11 muestra un ejemplo de la plataforma.



Datos de registro del proyecto de OFIM									
PTVD13A - Programa de inspecciones									
No.	Ruta	Fecha	Día de la semana	Tiempo de inicio	Remarcar	Asesor	Supervisado	Plausible	
40	Verde	02.04.2016	sábado	00:00 en punto		MCA	<input type="checkbox"/>	sí	
41	Rosa	07.04.2016	jueves	08:00 en punto		SAN	<input type="checkbox"/>	sí	
42	Azul	09.04.2016	sábado	20:00 en punto		PAL	<input type="checkbox"/>	sí	
43	Amarillo	11.04.2016	lunes	02:00 en punto		MAR	<input type="checkbox"/>	sí	
44	Verde	13.04.2016	miércoles	14:00 en punto		SAN	<input type="checkbox"/>	sí	
45	Rosa	15.04.2016	viernes	22:00 en punto		SAN	<input type="checkbox"/>	sí	
46	Azul	23.04.2016	sábado	10:00 en punto		MCA	<input type="checkbox"/>	sí	
47	Amarillo	28.04.2016	jueves	16:00 en punto		MAR	<input type="checkbox"/>	sí	
48	Verde	06.05.2016	viernes	04:00 en punto		RAM	<input type="checkbox"/>	non comprobado	
49	Rosa	09.05.2016	lunes	12:00 en punto		MAR	<input type="checkbox"/>	non comprobado	
50	Azul	11.05.2016	miércoles	00:00 en punto		SAN	<input type="checkbox"/>	non comprobado	

Figura 11. Ejemplo de planificación de observaciones mediante la aplicación web del sistema OFIM.

2.5.2.2 Distribución de mediciones en campo

Cada día de observación, un asesor realiza medidas entre 12 y 14 puntos de la malla, en función de la ruta establecida. A cada una de estas rutas, además de los puntos originales, se les añaden las mediciones correspondientes a 2 puntos fijos, con lo cual las medidas cada día de observación oscilan entre 14 y 16 puntos, (ver malla de observación en el anexo E).

Hasta el día 17 de noviembre de 2015, el número de observaciones individuales realizadas en los puntos rotativos sumaron un total de 40.560 registros. Estas observaciones corresponden a las 52 observaciones x 13 puntos rotativos promedio existentes por ruta x 60 registros sensoriales (10 minutos en cada punto y medidas cada 10 segundos). Esto implica un total de 40.560 registros. Por otra parte, la malla cuenta con 2 puntos fijos, los cuales sumaron un total de 6.240 registros (2 puntos fijos x 52 observaciones x 60 registros sensoriales).

A continuación la Tabla 6 muestra los días y horas de observación durante las 2 campañas del estudio (agosto-noviembre 2015; febrero-mayo 2016). La localización sobre plano de las rutas se ha definido en la Figura 9.

Tabla 6. Distribución de rutas en el área de estudio.

Nº Observación	Ruta	Fecha	Día de la semana	Hora de inicio de la observación
1	Rosa	17.08.2015	lunes	12
2	Azul	19.08.2015	miércoles	10
3	Amarillo	21.08.2015	viernes	6
4	Verde	25.08.2015	martes	18
5	Rosa	29.08.2015	sábado	2



Nº Observación	Ruta	Fecha	Día de la semana	Hora de inicio de la observación
6	Azul	03.09.2015	jueves	14
7	Amarillo	05.09.2015	sábado	20
8	Verde	08.09.2015	martes	8
9	Rosa	11.09.2015	viernes	14
10	Azul	16.09.2015	miércoles	4
11	Amarillo	20.09.2015	domingo	10
12	Verde	24.09.2015	jueves	22
13	Rosa	27.09.2015	domingo	6
14	Azul	01.10.2015	jueves	18
15	Amarillo	05.10.2015	lunes	00
16	Verde	07.10.2015	miércoles	12
17	Rosa	11.10.2015	domingo	20
18	Azul	13.10.2015	martes	8
19	Amarillo	16.10.2015	viernes	14
20	Verde	19.10.2015	lunes	2
21	Rosa	24.10.2015	sábado	10
22	Azul	25.10.2015	domingo	22
23	Amarillo	05.11.2015	jueves	4
24	Verde	08.11.2015	domingo	16
25	Rosa	13.11.2015	viernes	00
26	Azul	17.11.2015	martes	12
27	Amarillo	17.02.2016	miércoles	18
28	Verde	19.02.2016	viernes	6
29	Rosa	21.02.2016	domingo	14
30	Azul	26.02.2016	viernes	2
31	Amarillo	29.02.2016	lunes	8
32	Verde	03.03.2016	jueves	20
33	Rosa	07.03.2016	lunes	4
34	Azul	09.03.2016	miércoles	16
35	Amarillo	13.03.2016	domingo	22
36	Verde	15.03.2016	martes	10
37	Rosa	19.03.2016	sábado	18
38	Azul	22.03.2016	martes	6
39	Amarillo	27.03.2016	domingo	12
40	Verde	02.04.2016	sábado	0
41	Rosa	07.04.2016	jueves	8
42	Azul	09.04.2016	sábado	20
43	Amarillo	11.04.2016	lunes	2



Nº Observación	Ruta	Fecha	Día de la semana	Hora de inicio de la observación
44	Verde	13.04.2016	miércoles	14
45	Rosa	15.04.2016	viernes	22
46	Azul	23.04.2016	sábado	10
47	Amarillo	28.04.2016	jueves	16
48	Verde	06.05.2016	viernes	4
49	Rosa	10.05.2016	martes	8
50	Azul	11.05.2016	miércoles	0
51	Amarillo	14.05.2016	sábado	6
52	Verde	17.05.2016	martes	18

Los resultados de las “horas de olor” obtenidas para cada olor y el punto donde éste fue identificado se encuentran en el Anexo F.

2.6 Metodología en inmisión: narices electrónicas o enoses.

Las narices electrónicas recopilan datos en el potencial área de impacto, mediante conexión remota a través de un servidor con un Centro de Centralización de Datos a través de una red GPRS. La frecuencia de transmisión de los datos crudos medidos por las narices electrónicas hacia el servidor remoto es ajustable a una periodicidad de cada 5 minutos.

Los datos crudos son automáticamente procesados por un software en el mismo servidor remoto. El software permite detectar en línea los cambios de composición de los gases (anomalías) y reconocer los patrones que implican dichos cambios.

La información proporcionada por las narices electrónicas, junto con los datos metereológicos, permite determinar el origen potencial de las emisiones de olor.

2.6.1 Dispositivos

Los sensores son de la marca Libelium, cada uno de ellos lleva en su interior una batería autónoma, así como una tarjeta SIM, mediante la cual se acumulan los datos medidos. Posteriormente estos datos se transforman en señales que son enviadas a un servidor que permite su interpretación. Estos sensores se instalaron a razón de 2 unidades Libelium (Smart Environment PRO y Smart Environment) por localización. La primera unidad tiene 3 conexiones, mediante las cuales se mide (a) amoniaco, NH₃ (b) ácido sulfhídrico, H₂S (c) Temperatura, presión, y humedad. La segunda unidad presenta 2 conexiones con el exterior mediante las cuales se mide (a) C₄H₁₀, CH₃CH₂OH, H₂, CO, CH₄ (b) C₆H₅CH₃, H₂S, CH₃CH₂OH, NH₃, H₂; ver Figura 12. Los sensores se alimentan a través de una batería de la marca Voltaic System, la cual va conectada a un panel solar, de forma que el conjunto de la instalación es autónomo y no necesita conexión eléctrica para su funcionamiento.

Las dos unidades Libelium, junto con la batería, van acopladas en una placa de soporte de dimensiones 40x40x30cm aproximadamente. La placa solar se acopla sobre el tejado de la placa de soporte, de manera que mediante la carga de luz diaria se abastece la batería, la cual a su vez alimenta a los sensores.



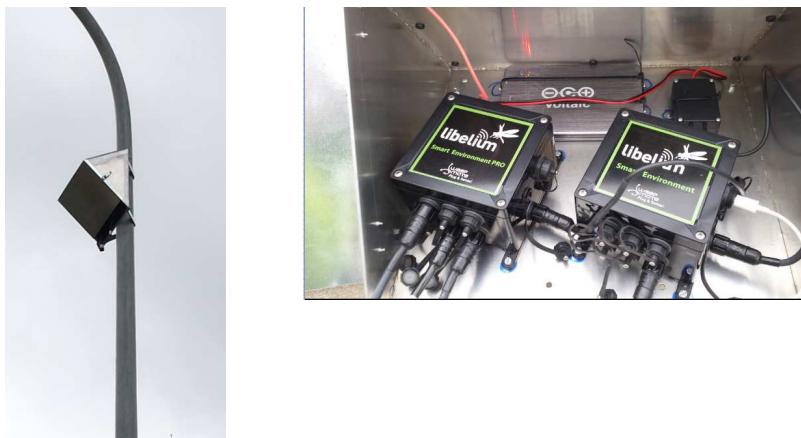


Figura 12. Unidades Libelium

2.6.2 Localización

Inicialmente personal experto de Odournet S.L. visitó el Parque Tecnológico de Valdemingómez y Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR's) de la zona, con objeto de identificar los focos potenciales; analizando previamente parámetros como la dirección del viento, temperatura, etc. Una vez realizado esta análisis, se propuso una red de 5 localizaciones según indica la Figura 13.

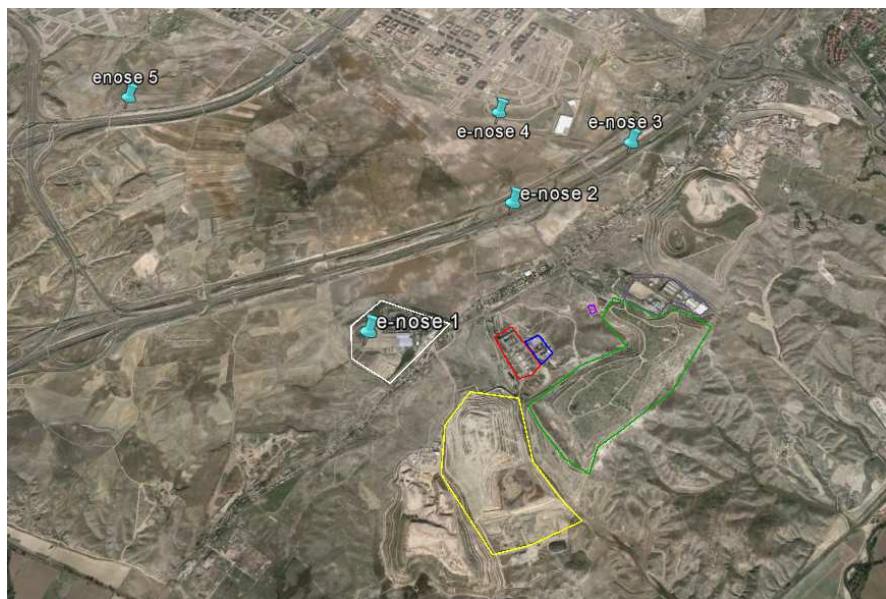


Figura 13. Red de localización de enoses.

2.7 Metodología en inmisión: Cromatografía de gases - detección IMS.

A continuación se presenta la metodología de trabajo en relación a la cromatografía de gases - detección mediante espectrometría de movilidad iónica.

Cabe recordar, como se comentó al inicio del apartado 2, que aunque esta metodología se clasifica “de inmisión” ya que el monitoreo se lleva a cabo en la zona de impacto (receptor), independientemente que la metodología requiere toma de muestra en foco para la caracterización inicial.

2.7.1 Fundamentos básicos

El término narices electrónicas incluye aquellos instrumentos capaces de detectar compuestos orgánicos volátiles que están presentes, por lo común, en fragancias y productos de todo tipo que despiden olor. Algunas de estas narices electrónicas están basadas en el uso de sensores, mientras que otras emplean cromatógrafos de gases (GC) con detectores como espectrómetros de masas (MS), o espectrómetros de movilidad iónica (IMS). Los datos obtenidos mediante estas técnicas, normalmente se analizan utilizando herramientas quimiométricas (análisis multivariado), lo que permite comparar patrones de composición de muestras de diferente origen.

En años recientes se está haciendo más frecuente el uso de la combinación de las técnicas GC-IMS, dada su simplicidad, bajo coste y rapidez de análisis. Esta técnica permite detectar de forma rápida compuestos orgánicos volátiles a niveles bajos (ppb). El principio de funcionamiento se basa en la separación isotérmica de las moléculas utilizando una columna cromatográfica capilar en el GC, posteriormente se lleva a cabo la separación y detección de las moléculas ionizadas en el IMS. La ionización de las moléculas gaseosas se realiza en el IMS a presión atmosférica, y estas mismas son separadas posteriormente de acuerdo a su carga iónica, forma y peso, al ser expuestas a la acción de un campo eléctrico.

Para la identificación de los compuestos detectados en las muestras existen dos opciones: hacer uso de la espectrometría de masas (MS), o en otro caso disponer de librerías de datos que incluyan los espectros de movilidad iónica de los compuestos de interés. Cabe destacar que los softwares desarrollados actualmente para este tipo de instrumentos, permiten obtener cromatogramas en tercera dimensión que facilitan la interpretación y comparación rápida de los resultados obtenidos para distintas muestras.

2.7.2 Protocolo laboratorio para análisis y detección de compuestos responsables de olor

Inicialmente se realizó la puesta a punto en el laboratorio de un procedimiento de análisis para utilizar el GC-IMS en la detección de contaminantes orgánicos volátiles, los cuales provienen del tratamiento de residuos urbanos. Este procedimiento optimiza 3 procesos que se suceden el en GC-IMS: (a) toma de muestra, (b) separación cromatográfica, y finalmente (c) separación y detección en el IMS.

Inicialmente se optimizaron las condiciones de separación cromatográfica de los compuestos de interés. Para esto se utilizó una columna de separación cromatográfica semipolar (DB-624) ideal para el análisis de este tipo de contaminantes. La composición química de la fase estacionaria de esta columna es: 6% Cianopropil-fenil/94% dimeil polisiloxano, y sus características son: longitud de 15m, diámetro interno de 0.53 mm y espesor de la fase estacionaria de 2.5 μ m. La separación cromatográfica que se realiza en este instrumento es isotérmica, de tal forma que se procedió a determinar la temperatura óptima de separación en un rango entre 30 y 70°C. Se determinó que la temperatura de 40°C resultaba idónea para lograr una adecuada resolución cromatográfica de todos los picos detectados en una muestra representativa de biogás.

A continuación se optimizó la rampa de flujo a utilizar en el análisis, ya que en la cromatografía isotérmica dicha rampa permite separar de forma más eficiente los distintos picos cromatográficos. El procedimiento habitual consiste en aplicar al inicio del análisis un flujo muy bajo (<10ml/min) para garantizar que se separen los compuestos muy volátiles, y seguidamente incrementar el flujo hasta 100 o 150ml/min, para que los compuestos menos volátiles (por ejemplo: limoneno, cumeno) puedan separarse correctamente. La rampa de flujo que permitió obtener una separación más eficiente presenta las siguientes características: 5ml/min (desde 0 a 1:10min), de 5 a 150ml/min (desde 1:10 a 6:10min); permitiendo establecer un método de análisis rápido (6:10 minutos), requerimiento indispensable para el análisis in



situ de compuestos responsables de olor en aire, puesto que la duración de un evento de olor durante la toma de muestra puede ser solamente de unos pocos segundos.

La tercera fase de la optimización del método de análisis, la separación y detección en el IMS, requiere optimizar dos parámetros básicos: temperatura del IMS y flujo del drift gas. Los parámetros recomendados por los fabricantes del instrumento son: temperatura en el IMS de 45°C, y flujo del drift gas de 150ml/min. Un breve estudio de optimización permitió comprobar que la variación de estos parámetros, tanto a valores menores como mayores, no venían a incrementar la respuesta de la señal ni la resolución de los picos, y por tanto se tomaron estos valores como los óptimos.

Como etapa final se procedió a optimizar la toma de muestra. El GC-IMS utilizado en este proyecto consta de una válvula de 6 puertos, cuya función es conectar la entrada de aire al instrumento con la columna de separación y el detector. Esta válvula permite controlar el flujo de muestra que entra al instrumento para su análisis, y a que flujo se introduce; estos dos parámetros son básicamente los que se deben optimizar.

Dado que los compuestos en condiciones de inmisión se encuentran a niveles de concentración muy bajos, se decidió tomar la mayor cantidad de muestra que permitía el instrumento (5ml). El flujo de toma de muestra se seleccionó de tal forma que fuese posible tomar la muestra de forma rápida. La potencia de la bomba de succión recomendada por el fabricante (25%) permitía alcanzar un flujo de 257ml/min, la toma de 5ml de aire se realizaba en 1.51 segundos. La temperatura de la válvula se 6 puertos establecida fue la máxima (80°C), para evitar contaminación cruzada entre las muestras. Por último, la temperatura de las líneas de transferencia que conectan la válvula con la columna cromatográfica y ésta con el IMS, se establecieron de acuerdo a las temperaturas seleccionadas para la columna y el IMS (80°C y 45°C, respectivamente).

A manera de resumen, la Tabla 7 muestra todos los parámetros de análisis utilizados en el GC-IMS durante el trabajo en este proyecto:

Tabla 7. Parámetros de análisis establecidos para el GC-IMS.

Parámetro instrumental	Valores óptimos
Temperatura de la columna cromatográfica	40°C
Temperatura del IMS	45°C
Temperatura de la válvula de 6 puertos	80°C
Temperatura línea de transferencia de válvula a columna	80°C
Temperatura línea de transferencia de columna a IMS	45°C
Rampa de flujo de gas portador	5ml/min (desde 0 a 1:10min), de 5 a 150ml/min (desde 1:10 a 6:10min)
Flujo del <i>drift</i> gas	150ml/min
Volumen de aire muestreado	5ml
Potencia y flujo de la bomba	25% (257ml/min)

2.7.3 Caracterización inicial de la composición del aire en foco

Los compuestos responsables del potencial olor en el área urbana circundante al Parque Tecnológico de Valdemingómez, provienen de los diversos procesos de tratamiento de residuos integrados dentro del Parque. Así por ejemplo, la presencia de compuestos azufrados está relacionada, fundamentalmente, a la contaminación odorífera que se genera por emisiones de biogás; mientras que la presencia de compuestos como los terpenos, en especial el limoneno, es característico tanto de las emisiones de biogás como de las emisiones de olor que provienen de los focos de basura fresca y basura degradada.



Con objeto de determinar la composición química de muestras gaseosas utilizando el GC-IMS, se requiere una base de datos con los espectros de movilidad iónica de los compuestos de interés así como el índice de retención de los compuestos según la separación cromatográfica aplicada. De esta manera, para cada compuesto se debe conocer el tiempo de vuelo en el IMS (drift time) de su ion molecular, y el índice de retención de Kovats (IR). Cabe remarcar que los GC-IMS que se han fabricado y comercializado hasta el momento disponen de librerías de datos muy limitadas, donde no se incluyen los compuestos característicos que provienen del tratamiento de residuos urbanos, por ello fue necesario crear una base de datos propia para poder identificar los compuestos presentes en las muestras.

Para determinar los parámetros que se requieren para la base de datos (IR y drift time), se analizaron muestras representativas utilizando el GC-IMS, y también mediante un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas de tiempo de vuelo (GC-TOF). Dado que en ambos instrumentos se utilizó una columna cromatográfica con la misma fase estacionaria (DB 624), fue posible correlacionar los compuestos identificados en el GC-TOF con aquellos detectados en el GC-IMS. Para realizar esta correlación se determinaron con ambos instrumentos los IR. Este parámetro se calcula según la fórmula:

$$Tr \text{ desconocido} - Tr(n) / Tr(n+1) - Tr(n)]$$

Tr (desconocido): tiempo de retención del compuesto a identificar

Tr (n): tiempo de retención de la cetona que sale antes del compuesto a identificar

Tr (n+1): tiempo de retención de la cetona que sale después del compuesto a identificar

Comúnmente en este cálculo, se utilizan los tiempos de retención de los n-alcanos; sin embargo, dado el hecho de que no son detectables en el GC-IMS debido a su baja afinidad protónica, se utilizaron una serie de cetonas que va desde la propanona hasta la nonanona. A continuación la Tabla 8 presenta los principales parámetros experimentales utilizados en el TD-GC-TOF para el análisis de las muestras.

Tabla 8. Condiciones de análisis del TD-GC-TOF.

Unidad de termodesorción (TD)	Cromatógrafo de gases (GC)	Espectrómetro de masas: Tiempo de vuelo (TOF)
Temperatura de desorción: 300°C	Columna: J&W DB624: 60m x 250 μ m D.I. x 1.4 μ m espesor de fase	Temperatura de la fuente de ionización: 230 °C
Tiempo de desorción: 8 min	Flujo de gas portador: 1.5 ml/min	Rango de masas escaneado: 26 – 330 amu
Flujo de nitrógeno: 20ml/min	Temperatura del horno: isotérmico a 100°C (0 – 60min)	Duración del scan: 100 μ s
Relación Split: 19,8:1	Temperatura de la línea de transferencia: 250 °C	n.a

Por otra parte, en el análisis mediante IMS es frecuente que se detecten las moléculas ionizadas en forma de monómeros y dímeros, correspondiéndole a cada uno un tiempo de vuelo característico. En los espectros de movilidad iónica, por su parte, el predominio del pico del monómero o el dímero varía según la concentración del compuesto en las muestras. Así en la base de datos creada, para cada compuesto



detectado en el GC-IMS se determinó el IR y los drift times de los dos iones formados. A continuación la Tabla 9 muestra un ejemplo de los parámetros de identificación determinados para una serie de compuestos, los cuales fueron detectados en una muestra de aire de basura fresca tomada en la zona de vertido en Las Dehesas.

Tabla 9. Parámetros de identificación de compuestos detectados en muestra de aire proveniente de una zona de vertido de Las Dehesas.

Compuestos detectados	No. CAS	IR	Drift times (ms)	
			monómero	dímero
etanol	64-17-5	*	1,0407	1,1342
acetona	67-64-1	300,0	1,1138	-
Alcohol isopropilico	67-63-0	309,2	1,0885	1,2186
Etilendiamina	107-15-3	367,6	1,1068	1,1897
3-metil-2-Butanona	563-80-4	395,0	1,0545	1,1852
2-etilhexanal	123-05-7	397,6	1,2843	1,3716
Acetato de etilo	141-78-6	402,1	1,0916	1,3329
2-Butanol	14898-79-4	409,0	1,1441	1,3185
Tetrahidrofurano	109-99-9	431,5	1,0199	1,0917
Propeno	115-07-1	441,6	1,1715	-
Benceno	71-43-2	460,1	1,0317	-
1-Butanol	71-36-3	487,9	1,1801	1,382
Propanoato de etilo	105-37-3	506,0	1,1512	1,4529
n-Propil acetato	109-60-4	510,1	1,1642	-
Butanoato de etilo	105-54-4	591,1	1,4696	1,7917
Acetato de butilo	123-86-4	595,2	1,2054	1,5536

A continuación la Tabla 10 muestra los compuestos detectados en una muestra de biogás, así como sus parámetros de identificación.

Tabla 10. Parámetros de identificación de compuestos detectados en muestra de aire de Biogás.



Compuestos detectados	No. CAS	IR	Drift times (ms)	
			monómero	dímero
etanol	64-17-5	*	1,0415	1,1292
acetona	67-64-1	300,0	1,1138	-
Alcohol isopropilico	67-63-0	314,5	1,0893	1,1687
2-metil-2-Propanol,	75-65-0	331,9	1,022	1,1358
trimetilsilanol	1066-40-6	387,9	1,1241	1,1588
2-Butanona	78-93-3	400,8	1,0603	1,2461
1,1-dicloroeteno	75-35-4	403,4	1,1882	1,2911
2-Butanol	14898-79-4	412,0	1,1505	1,2691
Tetrahidrofurano	109-99-9	417,6	1,0907	-
hexametildisiloxano	107-46-0	439,5	1,0719	1,3292
2-metiltiopropano	1551-21-9	463,1	1,1176	1,3739
2-etilfurano	3208-16-0	488,0	1,0333	1,3591
2,5-dimetilfurano	625-86-5	490,0	1,1812	1,3845
2-Pantanona	107-87-9	500,3	1,1216	1,3718
Mercaptoacetona	24653-75-6	506,0	1,1123	1,3556
Acetato de propilo	109-60-4	510,9	1,1632	-
Butanoato de metilo	623-42-7	516,1	1,1499	1,4266
Propanoato de isopropilo	637-78-5	544,3	1,1757	1,4765
Disulfuro de dimetilo	624-92-0	550,3	1,1571	-
Propanoato de vinilo	105-38-4	555,5	1,1701	1,4746
3-metilpirrolidina	34375-89-8	589,7	1,0585	1,1709
Dipropil sulfona	598-03-8	592,5	1,1988	1,4732
β-Mirceno	123-35-3	692,1	1,2175	1,2953
Octametilciclotetrasiloxano	556-67-2	*	1,6782	-
D-Limoneno	5989-27-5	*	1,2195	1,2972

*no determinado

La base de datos creada para realizar este trabajo contiene entre 40 y 50 compuestos diferentes; incluyendo terpenos, aldehídos, cetonas, BTEX, alcoholes, ésteres, ácidos orgánicos, etc. La base de datos creada a partir del análisis combinado GC-IMS y GC-TOF, fue utilizada para identificar los compuestos presentes en muestras de aire de diferentes focos de emisión.

Una vez identificados los compuestos en foco, el objetivo es valorar si es posible identificarlos en inmisión, tal y como se verá en el apartado de resultados 5.4. Se debe tener en cuenta que el factor de dilución será determinante en relación a la detección positiva o negativa de los compuestos asociados a foco en inmisión. A menor concentración de compuesto en foco y mayor factor de dilución (mayor distancia entre foco y zona de inmisión), menor probabilidad para la detección de los compuestos en inmisión.

De esta forma, las mediciones realizadas han permitido detectar ciertos compuestos asociados a foco (alcoholes, terpenos); sin embargo, aquellos presentes en menor abundancia, como es el caso de los compuestos azufrados, no fueron detectables debido a la dilución por dispersión atmosférica.





3 Caracterización y estimación de emisiones de olor según la EN13725

3.1 Inventario de focos en el Parque Tecnológico de Valdemingómez

En base a la información recopilada, los focos potencialmente relevantes en términos de emisión de olor identificados fueron:

- PLANTA DE CLASIFICACIÓN - COMPOSTAJE Y VERTEDERO DE LAS DEHESAS
 - Fosos de descarga de residuos: emisiones fugitivas a través de puertas y emisiones canalizadas (chimenea) procedentes de la extracción de los fosos.
 - Edificio de pretratamiento de resto y envases: emisiones fugitivas.
 - 2 biofiltros que tratan las emisiones derivadas de los túneles de fermentación de la fracción orgánica.
 - 2 biofiltros que tratan las emisiones derivadas de los túneles de maduración de la fracción orgánica.
 - Zona de acopio de compost al aire libre.
 - Emisiones de biogás: por la posible existencia de fugas en pozos de captación y superficie de las celdas 1, 2, 3 y 4 del vertedero. Estas emisiones dependen de la eficacia de captación estimada de biogás respecto a la cantidad de gas generada.
 - Emisiones asociadas a las actividades de llenado del vaso en la celda en explotación, la celda 5, incluyendo frente de vertido y celda de explotación.
- PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS
 - Foso de descarga: emisiones fugitivas a través de puertas.
 - Planta triaje (clasificación): emisiones fugitivas.
 - Nave Deshidratación: emisiones fugitivas.
 - Nave acumulación de digesto: emisiones fugitivas.
 - Biofiltro.
- PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS
 - Salida Biofiltro y Filtro de Carbono Activo.
- PLANTA DE TRATAMIENTO LAS LOMAS
 - Foso de descarga: emisiones fugitivas a través de puertas.
 - Planta de triaje (clasificación): emisiones fugitivas.
 - Acopio de materia orgánica al aire libre.
- PLANTA DE TRATAMIENTO Y PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA



- Foso de descarga CT: emisiones fugitivas a través de puertas.
- Nave de triaje CT: emisiones fugitivas
- Biofiltro Planta de Tratamiento
- Foso de recepción PB: emisiones fugitivas a través de puertas.
- Nave de triaje PB: emisiones fugitivas.
- Nave deshidratación PB: emisiones fugitivas.
- Nave acumulación digesto: emisiones fugitivas.
- Biofiltros PB.

La sección 3.5 presenta una descripción más detallada de las consideraciones adoptadas para cada foco de olor identificado. La Figura 14 a 19 muestran la ubicación de los principales focos de olor identificados en la Planta de Tratamiento, con sus respectivas coordenadas detalladas en la Tabla 11.

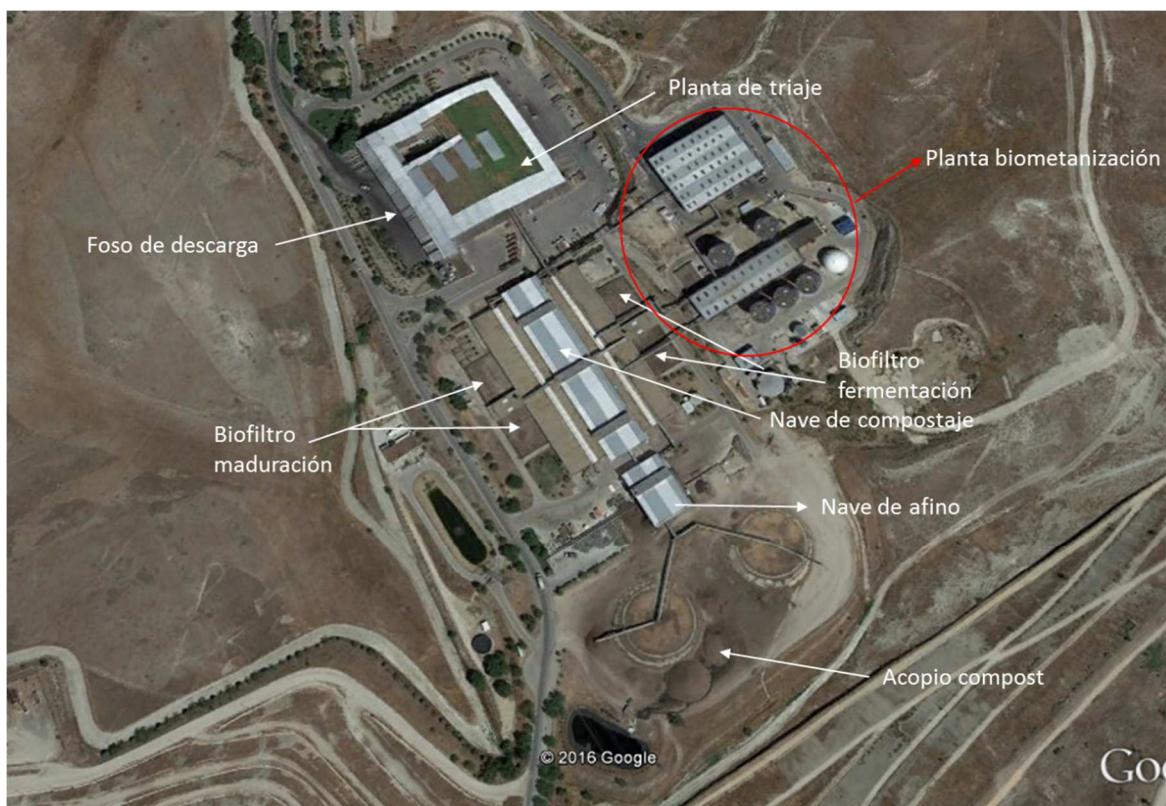


Figura 14: Esquema focos de emisión Planta clasificación y compostaje Las Dehesas.





Figura 15. Esquema focos de emisión Planta Biometanización Las Dehesas.



Figura 16. Esquema ubicación celdas vertedero Las Dehesas.

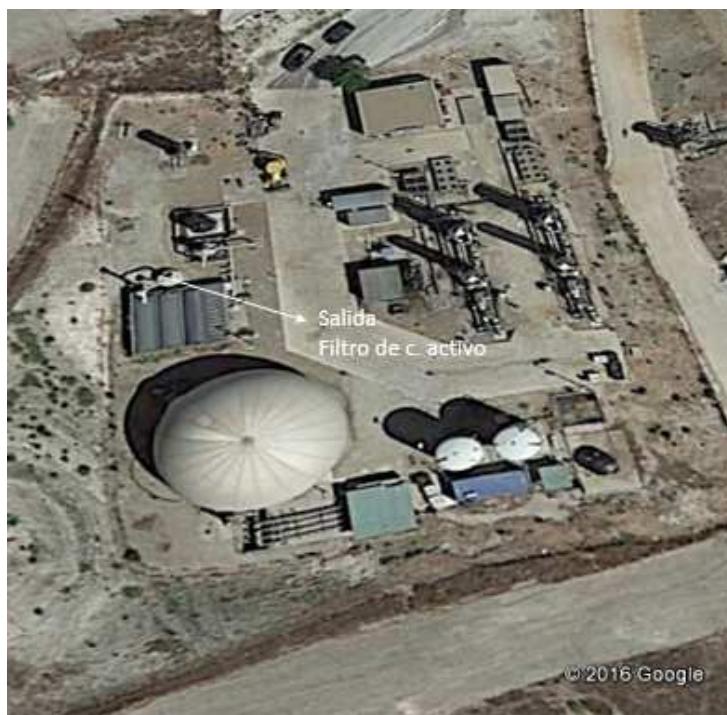


Figura 17. Localización de los focos de emisión de olor de la Planta de Tratamiento de Biogás.





Figura 18. Localización de los focos de emisión en La Planta de Tratamiento de Las Lomas.



Figura 19. Localización de los focos de emisión en el Planta de Tratamiento y Planta de Biometanización La Paloma.



Tabla 11. Coordenadas de ubicación de los focos de olor identificados en el Parque de Valdemingómez.

Instalación	Denominación del foco	Coordenadas UTM	
		X	Y
PLANTA CLASIFICACIÓN - COMPOSTAJE Y VERTEDERO DE LAS DEHESAS	Foso de descarga (chimenea salida)	449839	4464998
	Foso de descarga (fugitivo de área)	449862	4464947
	Planta triaje	449904	4464972
	Nave central compostaje	449992	4464796
	Nave de afino	450047	4464711
	Acopio Compost fresco	450094	4464624
	Biofiltros fermentación (2)	450045	4464823
	Biofiltros maduración (2)	449947	4464763
	Vertedero	449840	4463986
PLANTA BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS	Foso de descarga	450064	4464956
	Planta triaje (clasificación)	450.114	4.464.960
	Nave deshidratación	450.119	4.464.876
	Nave acumulación de digesto	450087	4.464.847
	Biofiltro	450071	4.464.882
PLANTA TRATAMIENTO BIOGÁS	Salida biofiltro y filtro de carbono	450514	4.465.255
PLANTA TRATAMIENTO LAS LOMAS	Foso de descarga	449178	4465146
	Planta triaje (clasificación)	449073	4.465.039
	Acopio de materia orgánica	449150	4.465.150
CENTRO DE TRATAMIENTO Y PLANTA BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA	Fosos de recepción CT	451073	4.465.416
	Nave triaje CT	451145	4.465.388
	Salida biofiltro CT	451132	4.465.299
	Foso de descarga PB	451206	4.465.358
	Nave de triaje PB	451206	4465362
	Nave deshidratación PB	451262	4.465.389
	Zona acumulación digestato	451250	4.465.321
	Biofiltros PB	451331	4465351

3.2 Inventario de focos Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR)

Este proyecto contempla el análisis e identificación de focos potencialmente relevantes en las siguientes EDAR's; a continuación La Tabla 12 indica los diversos focos así como las coordenadas UTM asociadas.



Tabla 12. Coordenadas de ubicación de los focos de olor identificados en las EDAR's.

EDAR	Denominación del foco	Coordenadas UTM	
		X	Y
LA CHINA	Obra de llegada	442266	4468960
	Pozo de gruesos	442265	4468920
	Desarenador	442236	4468764
	Scrubber tamices y espesadores	442178	4468745
	Scrubber decantadores primarios	442149	4468600
	Reactor biológico	442194	4468546
	Decantadores secundarios	442180	4468320
LA GAVIA	Scrubber	444302	44669926
	Desarenador	444258	4466925
	Decantadores lamelares	444199	4466910
	Reactor biológico	443962	4466822
	Decantadores secundarios	443812	4466702
BUTARQUE	Fugitivas obra entrada	443804	4465136
	Scrubber obra entrada	443800	4465110
	Desarenadores	443805	4465075
	Scrubber decantadores primarios	443962	4465003
	Scrubber espesamiento y flotación	443850	4464839
	Reactores biológicos	443965	4464855
	Decantadores secundarios	444007	4464699
SUR	Canal entrada	447582	4462937
	Pozo de gruesos	447590	4462915
	Desarenadores	447604	4462903
	Decantadores	447715	4462633
	Reactor biológico	447659	4462534
	Decantadores secundarios	447585	4462408
SUR O.	Edificio de entrada	454258	4464694
	Decantadores primarios	454284	4464656
	Reactores biológicos	454329	4464662
	Decantadores secundarios	454383	4464678
	Edificio tratamiento lodos	454217	4464688
VELILLA	Desarenadores	458608	4468106
	Scrubber pretratamiento	458620	4468101
	Scrubber decantadores	458644	4468129
	Reactor biológico	458721	4468082
	Decantadores secundarios	458788	4468098
CASAQUEMADA	Desarenadores	456095	4473794
	Scrubber pretratamiento	456065	4473805
	Scrubber Decantadores	456164	4473816
	Reactor biológico	4562245	4473758
	Decantadores secundarios	456330	4473748



3.3 Campaña de muestreo

Los condiciones de la campaña de toma de muestras llevada a cabo en el periodo del 27 al 31 de junio de 2015 se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Condiciones de la campaña de toma de muestras realizada en el Parque Tecnológico de Valdemingómez y EDAR's (La Gavia, La China y Butarque).

Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)	Código muestra	Método muestreo	Procedimiento	T (°C)	P (mbar)	V (m/s)
PLANTA DE CLASIFICACIÓN Y COMPOSTAJE DE LAS DEHESAS								
Fosos de recepción	29/07/15	9:44	9:48	1164	P	UNE-EN 13.725 QD18	32	941
Ambiente nave de triaje	29-07-15	10:14	10:20	1165	P		28	941
Ambiente nave central compostaje	29-07-15	10:42	10:48	1682	P		33	943
Nave de afino	29-07-15	10:58	11:07	1701	P		31	943
Salida biofiltro fermentación	29-07-15	11:55	12:05	1680	LA		29	942
Salida biofiltro maduración	29-07-15	11:18	11:24	1683	LA		47	942
VERTEDERO LAS DEHESAS								
Biogás	30-07-15	9:40	9:42	270	P	UNE-EN 13.725 QD18	30	941
*F.V sin lodos	30-07-15	10:01	10:11	269	LP		38	941
	30-07-15	10:12	10:26	268	LP		37,8	941
*F.V con lodos	30-07-15	10:29	10:38	266	LP		35	950
	30-07-15	10:40	10:51	267	LP		34,9	950
PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN LAS DEHESAS								
Ambiente nave de triaje	27-07-15	15:41	15:52	117	P	UNE-EN 13.725 QD18	33	940
Ambiente nave deshidratación	27-07-15	15:53	16:03	319	P		34	939
Acopio lodos biometanización	27-07-15	16:59	17:10	121	P		40	941
Salida del biofiltro	27-07-15	15:46	15:56	119	P		41	940
PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGAS								
Entrada "scrubber"	28-07-15	14:00	14:10	313	P	UNE-EN 13.725 QD18	36	930
	28-07-15	14:10	14:15	312	P		36,3	930
	31-07-15	10:15	10:20	120	P		26,3	929
Salida scrubber	28-07-15	14:00	14:15	314	P		35	930



Salida Biofiltro	28-07-15	14:00	14:15	1667	P		35	930	NM
PLANTA DE TRATAMIENTO LAS LOMAS									
Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)		Código muestra	Método muestreo	Procedimiento	T(°C)	P(mbar)	V(m/s)
Salida Filtro CA	28-07-15	14:00	14:10	315	P	UNE-EN	26,3	930	NM
	28-07-15	14:10	14:15	1665	P	13.725	26,3	930	
	31-07-15	10:15	10:20	200	P	QD18	26,3	929	
PLANTA DE TRATAMIENTO Y PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA									
Fosos de recepción PT	27-07-15	11:40	11:50	120	P	UNE-EN 13.725 QD18	31	942	NM
Ambiente nave de triaje	27-07-15	11:46	11:54	124	P		30	941	
Acopio de materia orgánica	27-07-15	12:28	12:39	123	LP		28	943	1,83
Fosos recepción PB	28-07-15	9:32	9:39	122	P		32	940	NM
Ambiente nave de triaje PB	28-07-15	9:32	9:39	318	P		33	941	
Ambiente nave deshidratación (introducción/extacción)	28-07-15	9:42	9:55	103	P		26	944	
Acopio digesto PB	28-07-15	10:55	11:10	316	LP		26	944	
Entrada biofiltro	28-07-15	11:40	11:50	317	P		27	944	NM
Salida biofiltro	28-07-15	11:40	11:50	311	LA		37	944	2,50
ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) BUTARQUE									
Entrada "scrubber"- espesamiento y flotación	31-07-15	11:53	12:00	119	P	UNE-EN 13.725 QD18	32	922	9,84
Salida "scrubber"- espesamiento y flotación	31-07-15	11:40	11:48	118	P		29,2	922	NM
Entrada "scrubber"- decantadores primarios	31-07-15	12:15	12:20	1640	P		34	767	
	31-07-15	12:15	12:20	1642	P		28,6	767	



Salida "scrubber"-decantadores primarios	31-07-15	12:33	12:39	264	P		28,6	767	
Entrada "scrubber"-obra entrada	31-07-15	13:11	13:17	1644	P		29	660	
Salida "scrubber"-obra entrada	31-07-15	13:01	13:10	1645	P		30,3	660	
Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)		Código muestra	Método muestreo	Procedimiento	T(°C)	P(mbar)	V(m/s)
ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) LA CHINA									
Salida desodorización - Tamices y espesadores	30-07-15	12:55	12:57	1679	P	UNE-EN 13.725 QD18	36	947	NM
Entrada desodorización - Decantadores primarios	30-07-15	13:10	13:15	265	P		35	941	5,23
Salida desodorización - Decantadores primarios	30-07-15	13:32	13:37	263	P		42	940	5,88
ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) LA GAVIA									
Entrada Sistema Desodorización	29-07-15	14:30	14:35	1681	P	UNE-EN 13.725 QD18	NM	943	NM
	29-07-15	14:35	14:40	1666	P		NM	943	
Salida Sistema Desodorización	29-07-15	14:30	14:35	141	PP		33	943	8,60
	29-07-15	14:35	14:40	1684	PP		33,1	943	8,60

F.V: Frente de vertido

NM: No medido

Método de toma de muestra:

- P: sonda para fuentes puntuales; PP: sonda con predilución para fuentes puntuales
- LP: Caja Lindvall o lona para fuentes pasivas (LPP con predilución)
- LA: Caja Lindvall o lona para fuentes activas (LAP con predilución)

T (°C): Temperatura de salida de los gases en el punto de toma de muestra

V (m/s): Velocidad de salida de los gases en el punto de toma de muestra

Cabe mencionar que solamente las EDAR's La China, La Gavia y Butarque fueron muestreadas; esto es debido al análisis visual que llevó a cabo Odournet en la visita inicial, unido al potencial impacto en zona residencial. Por otra parte. La tasa de emisión de cada etapa en las EDAR's Sur, Sur Oriental, Casa Quemada y Velilla fue estimado, gracias a valores promedio asociados a las distintas etapas, aplicados por experiencia del Grupo



Odournet. La Tabla 16 presenta los valores de las tasas de emisión en cada etapa del proceso para todas las EDAR's, ya sea muestreada o estimada.

3.4 Resultados de caracterización de emisiones de olor

3.4.1 Resultados de las mediciones en emisión según EN-13725

A continuación, la Tabla 14 muestra los resultados de los análisis de olor individual, la predilución aplicada in situ durante el muestreo y previamente al análisis en el laboratorio, así como la media geométrica de las réplicas de los análisis. Dichos resultados no resultan representativos de la tasa de emisión de olor asociada a cada foco, dado que no toman en consideración el caudal asociado, solamente hacen referencia a la concentración de olor (ouE/m³) relativa a cada muestra.

Tabla 14. Resultados de las analíticas por olfatometría dinámica en cumplimiento con la normativa Europea UNE-EN 13725.

Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)	Código de muestra	Predil uc.muestra	Lab.	Conc. (ouE/m ³)	Total	Prom. Geométr.	Coef. de emisión (ouE/m ² s)
PLANTA DE CLASIFICACIÓN Y COMPOSTAJE DE LAS DEHESAS									
Fosos de recepción	29/07/15	9:44 9:48	1164	NA x 1	x	683	683	683	-
Ambiente nave de triaje	29-07-15	10:14 10:20	1165	NA x 1	x	456	456	1.341	-
Ambiente nave central compostaje	29-07-15	10:42 10:48	1682	NA x 1	x	9.742	9.742	9.742	-
Nave de afino	29-07-15	10:58 11:07	1701	NA x 1	x	5.468	5.468	5.468	-
Salida biofiltro fermentación	29-07-15	11:55 12:05	1680	NA x 1	x	1.367	1.367	1.367	-
Salida biofiltro maduración	29-07-15	11:18 11:24	1683	NA x 1	x	10.321	10.321	10.321	-
VERTEDERO LAS DEHESAS									
Biogas	30-07-15	9:40 9:42	270	NA x 1000 0	x	9.742	97.420.00 0	9.742.000*	-
Frente vertido lodos	30-07-15	10:01 10:11	269	NA x 1	x	2.435	2.435	2.656	38,71
	30-07-15	10:12 10:26	268	NA x 1	x	2.896	2.896		
Frente vertido lodos	30-07-15	10:29 10:38	266	NA x 1	x	20.643	20.643	19.484	194,01
	30-07-15	10:40 10:51	267	NA x 1	x	18.390	18.390		



PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS

Ambiente nave de triaje	27-07-15	15:41	15:52	117	NA	x	1	x	912	912	912	-
Ambiente nave deshidratación	27-07-15	15:53	16:03	319	NA	x	1	x	13.777	13.777	13.777	-
Acopio lodos biometanización	27-07-15	16:59	17:10	121	NA	x	1	x	2.435	2.435	2.435	32,62
Salida del biofiltro	27-07-15	15:46	15:56	119	NA	x	1	x	2.896	2.896	2.896	-

PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS

Entrada scrubber	28-07-15	14:00	14:10	313	NA	x	10000	x	1.085	10.848.900	7.346.808	-
	28-07-15	14:10	14:15	312	NA	x	10000	x	1.053	10.533.700		-
	31-07-15	10:15	10:20	120	NA	x	10000	x	347	3.470.000		-
Salida scrubber	28-07-15	14:00	14:15	314	NA	x	10000	x	384	3.835.666	3.835.666	-
Salida Biofiltro	28-07-15	14:00	14:15	1667	NA	x	1	x	3.417.190	3.417.190	3.417.190	-

Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)		Código de muestra	Predil	uc.mu	Lab.	Conc. (ou _E /m ³)	Total	Prom. Geométr.	Coeficiente de emisión (ou _E /m ² s)	
Salida Filtro CA	28-07-15	14:00	14:10	315	NA	x	10000	x	228	2.280.000	2.428.019	-
	28-07-15	14:10	14:15	1665	NA	x	10000	x	292	2.920.000		-
	31-07-15	10:15	10:20	200	NA	x	10000	x	215	2.150.000		-

PLANTA DE TRATAMIENTO LAS LOMAS

Ambiente fosos de recepción	27-07-15	11:40	11:50	120	NA	x	1	x	3.158	3.158	3.158	-
Ambiente nave de triaje	27-07-15	11:46	11:54	124	NA	x	1	x	2.869	2.869	2.869	-
Acopio de materia orgánica	27-07-15	12:28	12:39	123	NA	x	1	x	2.170	2.170	2.170	23,02

CENTRO DE TRATAMIENTO Y PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA

Fosos de recepción PT	27-07-15	14:50	15:02	116	NA	x	1	x	431	431	431	-
Ambiente nave de triaje PT	27-07-15	14:48	14:56	104	NA	x	1	x	912	912	912	-
Fosos Recepción PB	28-07-15	9:32	9:39	122	NA	x	1	x	645	645	645	-



Ambiente nave de triaje PB	28-07-15	9:32	9:39	318	NA	x	1	x	1.290	1.290	1.290	-
Ambiente nave deshidratación	28-07-15	9:42	9:55	103	NA	x	1	x	4.096	4.096	4.096	-
Acopio de digesto PB	28-07-15	10:55	11:10	316	NA	x	1	x	13.777	13.777	13.777	186,85
Entrada biofiltro PB	28-07-15	11:40	11:50	317	NA	x	1	x	4.871	4.871	4.871	-
Salida biofiltro PB	28-07-15	11:40	11:50	311	NA	x	1	x	3.251	3.251	3.251	-

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) BUTARQUE

Entrada scrubber-espesamiento y flotación	31-07-15	11:53	12:00	119	NA	x	1	x	12.274	12.274	12.274	-
Salida scrubber-espesamiento y flotación	31-07-15	11:40	11:48	118	NA	x	1	x	4.340	4.340	4.340	-
Entrada scrubber decantadores primarios	31-07-15	12:15	12:20	1640	NA	x	1	x	18.390	18.390	18.390	-
Salida scrubber-decantadores primarios	31-07-15	12:15	12:20	1642	NA	x	1	x	362	362	362	-
31-07-15	12:33	12:39	264	NA	x	1	x	362	362	362	362	-
Entrada scrubber-obra entrada	31-07-15	13:11	13:17	1644	NA	x	1	x	6.137	6.137	6.137	-
Salida scrubber-obra entrada	31-07-15	13:01	13:10	1645	NA	x	1	x	2.580	2.580	2.580	-

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) LA CHINA

Denominación del foco	Día de muestreo	Tiempo de muestreo (inicio-fin)		Código de muestra	Prediluc.mu		Lab. estra	Conc. (ouE/m ³)		Total	Prom. Geométr.	Coef. de emisión (ouE/m ² s)
Salida desodorización - Tamices y espesadores	30-07-15	12:55	12:57	1679	NA	x	1	x	36.491	36.491	36.491	-
Entrada desodorización - Decantadores primarios	30-07-15	13:10	13:15	265	NA	x	1	x	7.732	7.732	7.732	-



Salida desodorización - Decantadores primarios	30-07-15	13:32	13:37	263	NA	x	1	x	4.871	4.871	4.871	-
ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) LA GAVIA												
Entrada Sistema Desodorización	29-07-15	14:30	14:35	1681	NA	x	1	x	11.585	11.585	9.742	-
	29-07-15	14:35	14:40	1666	NA	x	1	x	8.192	8.192		-
Salida Sistema Desodorización	29-07-15	14:30	14:35	141	4,50	x	1	x	1.722	7.749	8.451	-
	29-07-15	14:35	14:40	1684	4,50	x	1	x	2.048	9.216		-

*valor no valido (excesivamente alto), no obstante para la estimative de emisiones derivadas del vertedero se ha considerado el valor referido a la metodología de modelización inversa pluma belga (ver apartado 4.2).

3.5 Estimación de emisiones

3.5.1 Factores que influyen el impacto por olor

La extensión del impacto por olores está relacionada directamente con dos factores: en primer lugar con la magnitud de sus emisiones de olor y, en segundo término, con la dispersión de los olores desde el punto de emisión hasta los receptores sensibles.

En términos generales, la magnitud de las emisiones depende de la concentración de olor y de su caudal de emisión a la atmósfera. El grado de dispersión, a su vez, depende de las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el momento de la emisión de olores (por ejemplo velocidad del viento, turbulencia atmosférica, etc.) y de la topografía local de la zona. Estos factores determinan directamente el grado de dilución de un olor en el momento que llega a los receptores y, consecuentemente, el momento en que el olor está lo bastante diluido para no ser detectado. Con estas consideraciones, el presente estudio está enfocado a cuantificar de forma indicativa la magnitud de las emisiones de olor de aquellos focos que se estima representan un mayor riesgo de generar potencial impacto en los residentes de los alrededores de la planta objeto de estudio.

3.5.2 Estimación de emisiones de olor en base a la campaña de muestreo

En base a los resultados de las analíticas, la información disponible en la literatura y en la base de datos de Odournet, La Tabla 15 presenta un resumen de los factores de emisión, áreas, concentraciones de olor y caudales considerados para establecer el Escenario de la situación actual.

Los datos de emisión puntuales (uo_E/s) de cada una de las fuentes consideradas se han calculado a partir de:

- Los resultados de los análisis de las muestras, en términos de concentraciones de olor (uo_E/m^3),
- Superficie media anual de cada uno de los focos (m^2), es decir, área expuesta al aire ambiente.
- Caudales de aire implicados en los focos (m^3/h).
- Período de emisión, el cual se corresponde con las horas de funcionamiento al año.
- Factor de multiplicación en función de la naturaleza turbulenta del foco.



A continuación se describe el proceso de cálculo de las emisiones y consideraciones para cada uno de los focos considerados.

3.5.2.1 Planta clasificación y compostaje Las Dehesas

➤ Fosos de recepción

Los fosos de descarga de residuos están equipados con una aspiración del aire ambiente de los mismos que aporta un caudal de 85.000 m³/h (según datos proporcionados por el cliente) y que es enviado directamente a la atmósfera.

Debido a que los fosos se mantienen mayoritariamente con las puertas abiertas, este caudal no es suficiente para mantener depresión en el interior de los fosos. Consecuentemente, a modo conservativo, a parte de la emisión canalizada derivada de los fosos también se ha añadido una tasa de emisión de olor fugitiva.

En este sentido, para el cálculo de la tasa de emisión de olor se ha considerado:

- La concentración de olor del aire ambiente en el interior de los fosos medida durante la campaña de muestreo, de 683 uo_E/m³, y el caudal de aire de la aspiración de 85.000 m³/h, resultando en una tasa de emisión de olor de 16.126 uo_E/s. Estas emisiones se emiten a través de una chimenea ubicada a 21 m de altura y con un diámetro de 1,1 m, durante las 24 horas del día y los 365 días del año.
- Por otra parte se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 5 renovaciones horarias del volumen interior de la nave de fosos; lo cual supone un caudal fugitivo² de 67.851 m³/h. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a las concentraciones medidas in situ (683 uo_E/m³), resultando en una tasa de emisión de olor de 12.873 uo_E/s.

En resumen la tasa de emisión global asociada a los fosos de recepción de la planta de clasificación de Las Dehesas es de 28.999 uo_E/s.

➤ Nave de triaje

El edificio de pretratamiento no dispone de ningún sistema de ventilación forzada, consecuentemente éste se ventila naturalmente. Se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 1 renovación horaria del volumen interior de la nave. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de 356.400 m³/h, a una concentración igual a la medida in situ dentro de la nave de 456 uo_E/s. En base a los datos anteriores, la tasa de emisión resultante en la nave es de 45.144 uo_E/s durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave central compostaje

La nave central de compostaje está equipada con una aspiración del aire ambiente cuyo caudal se dirige a los tuneles de compostaje. A pesar de esta recirculación y aprovechamiento del aire de la nave, ésta no es suficientemente estanca, con lo cual este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

²Calculo realizado a partir de la superficie (m²) x altura (m) x renovación horaria volumen aire interior de la nave.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 0,5 renovaciones horarias del volumen interior de la nave. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de 24.800 m³/h, a una concentración igual a la medida in situ dentro de la nave, de 9.742 uo_E/m³, resultando en una tasa de emisión de olor de 67.112 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Acopio de compost



Se estima una TE superficial baja, 20 $\text{uo}_E/\text{m}^2\text{s}$, para un área de 5.000 m^2 , estimando que el acopio de compost ya es maduro y originando una tasa de emisión global de 100.000 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave de afino

La nave de afino está equipada con un caudal de aire de aspiración de 35.000 m^3/h (según datos proporcionados por el cliente); según la concentración medida in situ dentro de la nave de 5.468 uo_E/m^3 , resulta una tasa de emisión de olor de 53.161 uo_E/s , enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Biofiltros

Las emisiones generadas durante el proceso de fermentación y maduración de la materia orgánica son tratadas mediante cuatro unidades de biofiltración abiertas.

La tasa de emisión de olor a la salida de cada unidad de tratamiento se calcula a partir de la concentración de olor medida in situ, de 1.367 uo_E/m^3 (fermentación) y 10.321 uo_E/m^3 (maduración) y el valor del caudal máximo dirigido a tratamiento (proporcionado por el cliente) de 60.000 m^3/h por unidad.

Consecuentemente, la tasa de emisión resultante de estos focos es de 45.567 uo_E/s (fermentación) y de 344.033 uo_E/s (maduración) emitido a través de una superficie abierta de 3.400 m^2 (1.700 m^2/unidad), a 2 m desde el nivel del suelo y durante las 24 horas del día los 365 días del año.

Según los cálculos anteriores, la tasa global de emisión asociada a PCC Las Dehesas es de 684.016 uo_E/s .

3.5.2.2 Vertedero Las Dehesas

➤ Emisiones derivadas del frente de vertido con lodos y sin lodos

Las emisiones derivadas de las operaciones de vertido y compactación de residuos en la celda activa C5 se han estimado en base a la toma de muestra mediante caja Lindvall. En concreto, se muestreó la superficie del frente con residuos descargados sin cobertura y la superficie con residuos vertidos que permanecían cubiertos con una capa de lodos.

La tasa de emisión para ambas superficies se calcula según los resultados de concentración de olor obtenidos y el caudal de aireación introducido en el interior de la caja; el cual corresponde a una velocidad en la superficie de residuo aproximadamente de 1 m/s.

Para el frente de vertido sin lodos se ha obtenido un coeficiente de emisión de 38,71 $\text{uo}_E/\text{m}^2\text{s}$. Este coeficiente se sitúa dentro del rango de valores observados para fuentes de emisión de configuración similar, así como acorde con las tasas descritas por otros autores³. Por otra parte, el frente de vertido con lodos presenta un coeficiente de emisión de 194 $\text{uo}_E/\text{m}^2\text{s}$. Este coeficiente supera el valor promedio de los coeficientes asociados a frente de vertido.

³Sironi S., Capelli L., Céntola P., Del Rosso R., Il Grande M., 2006. Odour emission factors for the prediction of odour emissions from plants for the mechanical and biological treatment of MSW. *Atmos. Environ.* 40, 7632-7643.

El hecho de muestrear con Lindvall y presentar los datos anteriores del frente de vertido, con y sin lodos, simplemente pretende indicar que el hecho de verter lodos hace aumentar la tasa de emisión del vertedero de forma significativa, siendo una práctica que debe modificarse bien minimizando la deposición de lodos y/o aumentando la estabilidad de éstos.



Según los resultados de la Tabla 9, se observa que la tasa de emisión asociada al vertedero se indica de forma global (4.380.952 uo_E/s) según el resultado de las plumas belgas. Se ha asumido que esta superficie emite olores durante todas las horas los 365 días del año.

3.5.2.3 Planta de biometanización de Las Dehesas

➤ Fosos de descarga de residuos

Para el cálculo de la tasa de emisión de olor derivada de los fosos se ha considerado la superficie de los fosos, 580 m^2 , y un coeficiente de emisión de olor estimado de 25 uo_E/m^2s , resultando en 14.500 uo_E/s . Estas emisiones se emiten a nivel de suelo, a través de las puertas abiertas de los fosos, durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Planta de triaje

La planta de triaje dispone de un sistema de ventilación forzada del aire ambiente que aporta un caudal de aire de aspiración de 49.700 m^3/h enviado directamente a la atmósfera. Para el cálculo de las emisiones se ha considerado la concentración de olor del aire ambiente medida in situ, 912 uo_E/m^3 , y el caudal de aire de la aspiración, resultando en una tasa de emisión de olor de 12.591 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave deshidratación

La nave de deshidratación está equipada con una aspiración del aire ambiente que aporta un caudal de 21.849 m^3/h . Debido a que la nave no es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 2 renovaciones horarias del volumen interior de la nave, lo cual supone un caudal fugitivo de 39.908 m^3/h . Teniendo en cuenta la diferencia entre el caudal fugitivo y el canalizado, estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de 18.059 m^3/h , a una concentración igual a la medida in situ dentro de la nave, de 13.777 uo_E/m^3 . La tasa de emisión de olor resultante es de 69.111 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave de acopio de digesto

Las emisiones derivadas del acopio de digesto se han estimado en base a la toma de muestra con caja Lindvall. La tasa de emisión se ha calculado según los resultados de concentración de olor obtenidos y el caudal de aireación introducido en el interior de la caja, que corresponde a una velocidad medida en el momento del muestreo a la entrada de la caja de 2,5 m/s .

Para el cálculo de la tasa de emisión total se ha considerado una superficie de emisión del acopio del 50% de la superficie de la nave (285 m), con un coeficiente de emisión de 32 uo_E/m^2s , resultando una tasa de emisión de olor de 9.120 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Biofiltro

Las emisiones generadas en la nave de deshidratación y la nave de acopio de digesto son tratadas mediante una unidad de biofiltración abierta. La tasa de emisión de olor a la salida del sistema presenta una concentración de olor medida in situ de 2.896 uo_E/m^3 , mientras el valor del caudal máximo dirigido a tratamiento de 44.367 m^3/h .

Consecuentemente la tasa de emisión resultante de este foco es de 35.691 uo_E/s emitido a través de una superficie abierta de 280 m^2 a 1 m desde el nivel del suelo y durante las 24 horas del día los 365 días del año.

Según los cálculos anteriores, la tasa global de emisión asociada a La Planta de Biometanización Las Dehesas es de 141.013 uo_E/s .



3.5.2.4 Planta de Tratamiento de Biogás

➤ Biofiltro y Filtro de CA

Las emisiones generadas en la planta de tratamiento de biogás son desodorizadas mediante una unidad de biofiltración cerrada seguido de un filtro de carbono activo posterior.

La tasa de emisión de olor a la salida del sistema (salida filtro de carbón activo) presenta una concentración de olor medida in situ muy elevada, $2.580.232 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, mientras el valor del caudal máximo dirigido a tratamiento según especificaciones técnicas de la planta es de $4.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Consecuentemente, la tasa de emisión resultante de este foco es de $2.866.924 \text{ uo}_E/\text{s}$ emitida puntualmente por una chimenea de 7 m de altura y 0,4 m de diámetro durante las 24 horas del día los 365 días del año.

➤ Entrada y salida de aguas de Scrubber

En relación a la eficiencia del scrubber dentro de la planta de tratamiento, se han medido las concentraciones de olor a la entrada y salida ($7.346.808 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ y $3.835.666 \text{ uo}_E/\text{m}^3$) respectivamente, reflejando la eficacia de esta parte del proceso, en torno al 50%. Si tenemos en cuenta el caudal medido in situ a la entrada del scrubber, $6.780 \text{ m}^3/\text{h}$, la tasa de emisión de olor resultante a la salida del scrubber es sumamente elevada, de $7.223.838 \text{ uo}_E/\text{s}$.

Cabe remarcar que según la concentración de salida anterior, $3.835.666 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, ésta es demasiado elevada para que el aire de salida que se deriva a biofiltro y a posterior filtro de carbón activo sea desodorizado de forma eficiente. El biofiltro es un sistema de composición vegetal que no puede asimilar este nivel de concentraciones; de hecho la concentración medida a la salida del biofiltro fue $3.417.190 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, lo cual indica una eficiencia de este del 11% correspondiente al día y hora de muestreo.

La razón de la baja eficiencia del scrubber es debido a que el biogás de entrada al scrubber aporta una gran concentración de dióxido de carbono (CO_2) y ácido sulfídrico (H_2S), y el medio básico que se le aporta previamente para neutralizar (hidróxido de sodio, NaOH) no es suficiente para eliminar el H_2S , con lo cual el aire de salida sigue presentando altas concentraciones en esta molécula para poder ser tratado de forma eficiente por el biofiltro y filtro de carbón activo.

3.5.2.5 Planta de Tratamiento Las Lomas

➤ Fosos de descarga de residuos

Los fosos de descarga de residuos están equipados con una aspiración del aire ambiente de los mismos que aporta un caudal de $120.000 \text{ m}^3/\text{h}$ (según datos proporcionados por el cliente) y que es canalizado a los hornos, al igual que las emisiones derivadas del foso de rechazo, con lo cual no se contempla para el cálculo de la tasa de emisión asociada.

Debido a que los fosos se mantienen mayoritariamente con las puertas abiertas este caudal no es suficiente para mantener depresión en el interior de los mismos. Consecuentemente, a modo conservativo, se ha calculado la tasa de emisión de olor fugitiva.

En este sentido, para el cálculo de la tasa de emisión de olor se ha considerado:

- La concentración de olor del aire ambiente en el interior de los fosos medida durante la campaña de muestreo, de $3.158 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, y el caudal de aire fugitivo equivalente a 5 renovaciones horarias del volumen interior de la nave de fosos; lo cual supone un caudal fugitivo de $50.400 \text{ m}^3/\text{h}$. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a las concentraciones medidas in situ ($3.158 \text{ uo}_E/\text{m}^3$), resultando en una tasa de emisión de olor de $44.212 \text{ uo}_E/\text{s}$.

➤ Planta de triaje



La planta de triaje dispone de un sistema de ventilación forzada del aire ambiente que aporta un caudal de 25.000 m³/h utilizado como aire de combustión de los hornos. Debido a que la nave no es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 1 renovación horaria del volumen interior de la nave, lo cual supone un caudal fugitivo de 8.624 m³/h. En consecuencia, estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, al caudal anteriormente calculado (8.624 m³/h), a una concentración igual a la medida in situ dentro de la nave, de 2.869 uo_E/m³, resultando en una tasa de emisión de olor de 6.873 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ **Acopio de MO**

Las emisiones derivadas del acopio de materia orgánica se han estimado en base a la toma de muestra con caja Lindvall. La tasa de emisión se ha calculado según los resultados de concentración de olor obtenidos y el caudal de aireación introducido en el interior de la caja, que corresponde a una velocidad medida en el momento del muestreo a la entrada de la caja de entre 1,8 y 2,0 m/s.

Para el cálculo de la tasa de emisión total se ha considerado una superficie de emisión del acopio de 2.000 m² a un coeficiente de emisión superficial de 23 uo_E/m²s, resultando una tasa de emisión de olor de 46.000 uo_E/s enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

Según los cálculos anteriores, la tasa global de emisión asociada a Las Lomas es de 97.085 uo_E/s.

3.5.2.6 Planta de Clasificación - Compostaje y Biometanización de La Paloma

➤ **Fosos de descarga de residuos y planta de triaje de la planta de tratamiento**

Los fosos de descarga de la planta de tratamiento y la nave de triaje están equipados con una aspiración del aire ambiente que aporta un caudal de extracción de 70.000 m³/h a dirigir a biofiltración. Debido a que ninguna de las naves es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior de los edificios.

Por otra parte, el sistema de extracción no funciona correctamente ya que la canalización está rota, consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 5 renovaciones horarias del volumen interior de la nave de fosos y de 2 de la nave de triaje, lo cual supone un caudal fugitivo de 221.760 m³/h (fosos) 277.200 m³/h (traje). Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a las concentraciones medidas in situ dentro de ambas naves, de 431 uo_E/m³ (fosos) y 912 uo_E/m³ (traje). La tasa de emisión de olor resultante es de 26.550 uo_E/s (fosos) y de 70.224 uo_E/s (traje) enviadas a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

El biofiltro presenta concentraciones de olor de 1.000 uo_E/m³, a un caudal de extracción de 70.000 m³/h la tasa de emisión de olor es de 19.444 uo_E/s enviadas a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

Según los cálculos anteriores, la tasa global de emisión asociada a PCC La Paloma es de 116.218 uo_E/s.

➤ **Fosos de recepción de la planta de biometanización**

Los fosos de recepción/descarga de la planta de biometanización están equipados con una aspiración del aire ambiente que aporta un caudal de extracción de 16.000 m³/h. Debido a que la nave no es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 3 renovaciones horarias del volumen interior de la nave, lo cual supone un caudal fugitivo de 7.740 m³/h. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de 7.740 m³/h, a una



concentración igual a la medida in situ dentro de la nave, de $645 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, resultando en una tasa de emisión de olor de $1.387 \text{ uo}_E/\text{s}$ enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Planta de triaje biometanización

La planta de triaje está equipada con una aspiración del aire ambiente que aporta un caudal de extracción de $35.500 \text{ m}^3/\text{h}$. Debido a que la nave no es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 3 renovaciones horarias del volumen interior de la nave, lo cual supone un caudal fugitivo de $28.665 \text{ m}^3/\text{h}$. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de $28.665 \text{ m}^3/\text{h}$, a una concentración igual a la medida in situ de $1.290 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, resultando en una tasa de emisión de olor de $10.272 \text{ uo}_E/\text{s}$ enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave de deshidratación

La nave de deshidratación está equipada con una aspiración del aire ambiente que aporta un caudal de extracción de $32.500 \text{ m}^3/\text{h}$ que se dirigen al biofiltro. Debido a que la nave no es suficientemente estanca, este caudal no es suficiente para mantener la depresión en el interior del edificio.

Consecuentemente, a modo conservativo, se ha estimado un caudal de aire fugitivo equivalente a 3 renovaciones horarias del volumen interior de la nave, lo cual supone un caudal fugitivo de $27.540 \text{ m}^3/\text{h}$. Estas emisiones se envían a la atmósfera como un foco de volumen, a un caudal de $27.540 \text{ m}^3/\text{h}$, a una concentración igual a la medida in situ dentro de la nave, de $4.096 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, resultando en una tasa de emisión de olor de $31.334 \text{ uo}_E/\text{s}$ enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Nave acopio de digestato

Las emisiones derivadas del acopio de digestato se han estimado en base a la toma de muestra con caja Lindvall. La tasa de emisión se ha calculado según los resultados de concentración de olor obtenidos y el caudal de aireación introducido en el interior de la caja, que corresponde a una velocidad medida en el momento del muestreo a la entrada de la caja de $2,5 \text{ m/s}$.

Para el cálculo de la tasa de emisión total se ha considerado una superficie de emisión del acopio de 100 m^2 a un coeficiente de $186,85 \text{ uo}_E/\text{m}^2\text{s}$, resultando en una tasa de emisión de olor de $18.685 \text{ uo}_E/\text{s}$ enviada a la atmósfera durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

➤ Biofiltro planta biometanización

Las emisiones generadas en biometanización son tratadas mediante 4 unidades de biofiltración abiertas.

Las concentraciones a la entrada y salida del sistema son 4871 y $3.251 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ respectivamente, y el valor del caudal máximo dirigido a tratamiento es de $84.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Según la concentración de salida se observa que el rendimiento (33%) del biofiltro no es muy elevado, consecuentemente la tasa de emisión resultante de este foco a la salida del sistema es alta ($75.857 \text{ uo}_E/\text{s}$) emitida a través de una superficie abierta de 700 m^2 a 2 m desde el nivel del suelo y durante las 24 horas del día los 365 días del año.



Tabla 15. Tasas de emisión, áreas, concentraciones de olor y caudales considerados en los diversos focos de la PTVd

Instalación	Denominación del foco	Altura m	Concent. olor (ou _E /m ³)	Caudal canalizado (m ³ /h)	Caudal Fugitivo estimado (m ³ /h)	Emisión canalizada (ou _E /s)	Emisión superficial (ou _E /sm ²)	Superficie m ²	Emisión global ponderizada (ou _E /s)	Porcentaje emisión %
PLANTA DE CLASIFICACIÓN - COMPOSTAJE Y VERTEDERO DE LAS DEHESAS	Foso de descarga (chimenea salida)	21	683	85.000	-	16.126	-	1.131	16.126	0%
	Foso de descarga (fugitivo de área)	12	683	-	67.851	12.873	-	1.131	12.873	0%
	Planta triaje	27	456	-	356.400	-	-	13.200	45.144	1%
	Nave central compostaje	10	9.742	-	24.800	-	-	4.960	67.112	1%
	Nave de afino	14	5.468	35.000	-	-	-	-	53.161	1%
	Acopio Compost	5	-	-	-	-	20	5.000	100.000	2%
	Biofiltros fermentación (2)	2	1.367	120.000	-	-	-	1.700	45.567	1%
	Biofiltros maduración (2)	2	10.321	120.000	-	-	-	1.700	344.033	7%
	Total Planta clasificación y compostaje (A)								684.016	14%
	Total vertedero (B)							472.851	4.380.952	86%
	TOTAL (A+B)								5.064.968	100%
PLANTA DE DE BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS	Foso de descarga	13	-	43.282	-	-	25	580	14.500	10%
	Planta triaje (clasificación)	13	912	49.700	-	-	-	3.480	12.591	9%
	Nave Deshidratación	11	13.777	21.849	18.059	-	-	1.814	69.111	49%
	Nave acumulación de digesto	11	-	-	-	-	32	570	9.120	6%
	Biofiltro	2	2.896	44.367	-	-	-	280	35.691	25%
	TOTAL								141.013	100%
PTB	Salida filtro de carbon activo		2.580.232	4.000	-	-	-	-	2.866.924	100%
	TOTAL								2.866.924	100%
LAS LOMAS	Foso de descarga (fugitivo de área)	12	3.158	-	50.400	-	-	840	44.212	46%
	Planta triaje (clasificación)	14	2.869	-	8.624	-	-	616	6.873	7%
	Acopio de materia orgánica	1	-	-	-	-	23	2.000	46.000	47%
	TOTAL								97.085	100%
CENTRO DE TRATAMIENTO Y PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA	Fosas de recepción	14	431	-	221.760	-	-	3.168	26.550	10%
	Nave triaje	14	912	-	277.200	-	-	9.900	70.224	28%
	Salida biofiltro	2	1.000	70.000	-	-	-	525	19.444	8%
	TOTAL Planta clasificación								116.218	46%
	Fosas de recepción PB	12	645	-	7.740	-	-	215	1.387	1%
	Nave de triaje PB	13	1.290	-	28.665	-	-	735	10.272	4%
	Nave deshidratación	10	4.096	-	27.540	-	-	918	31.334	12%
	Nave acumulación digestato	10	-	-	-	-	187	100	18.685	7%
	Salida biofiltro	2	3.251	84.000	-	-	-	2.178	75.857	30%
	TOTAL Planta Biométanización								137.534	54%
	TOTAL								253.752	100%



A continuación, la Tabla 16 presenta las tasas de emisión asociadas a las EDAR's así como datos sobre los porcentajes de eficiencia.

Como se indica en el apartado 3.3, la tasa de emisión asociada a cada etapa en las EDAR's Sur, Sur Oriental, Casa Quemada y Velilla fue estimada.

Tabla 16. Tasas de emisión, áreas, concentraciones de olor y caudales asociados a los diversos focos de las EDAR's.

Foco	Sistema de tratamiento (etapas)	Superficie (m ²)	Caudal total (m ³ /h)	Concentración de olor (OU _E /m ³)	TE superficial (OU _E /m ² h)	Emisión global (OU _E /s)	Contribución impacto (%)
EDAR La Gavia							
1	Scrubber		17906	8451		42034	55
2	Desarenador	1050			18750	5469	7
3	Dec. Lamelares	2132			25000	14806	20
4	React. Biológicos	20000			2000	11111	15
5	Dec. Secundarios	5880			1500	2450	3
					TOTAL	75.870	100%
EDAR Butarque							
1	Fugitivas Obra entrada		4200	2580		3010	2%
2	Scrubber Obra Entrada		30296	2580		21712	14%
3	Desarenadores	312,5			37500	3255	2%
4	Scrubber Decantadores primarios		80.540	1810		40494	26%
5	Scrubber Espesamiento y flotación		47796	4340		57621	37%
6	Reactores Biológicos	14276			7500	29742	19%
7	Decantadores secundarios	1256			3000	1047	1%
					TOTAL	156.880	100%
EDAR La China							
1	Obra de entrada	700			50000	9722	5%
2	Pozo de gruesos	35			100000	972	1%
3	Desarenador	1400			12500	4861	3%
4	Scrubber Tamices y espesadores		13536	36491		137206	75%
5	Scrubber Decantadores primarios		11773	4871		15930	9%
6	Reactor Biológico	15000			2000	8333	5%
7	Dec. Secundarios	16956			1500	7065	4%
					TOTAL	184.090	100%
EDAR Sur							
1	Obra entrada	400			50000	5556	7%
2	Pozo de gruesos	35			100000	972	1%
3	Desarenadores	1218			18750	6344	8%
4	Dec. primarios	7200			25000	50000	62%
5	R. Biológico	18000			2000	10000	12%
6	Dec. Sec	17662,5			1500	7359	9%
					TOTAL	80.231	100%
EDAR Sur Oriental							
1	Obra entrada entrada	240			50000	3333	10%
2	Dec. Primarios	2826			25000	19625	61%
3	R. Biológico	3248			2000	1804	6%
4	Dec.Secundarios	2826			1500	1178	4%
5	Edificio Lodos	480	7200	3000		6000	19%
					TOTAL	31.940	100%
EDAR Velilla							
1	Desarenadores	230			18750	1198	8%
2	Scrubber pretratamiento		15000	1500		6250	41%
3	Scrubber Decantadores		15000	1500		6250	41%
4	Reactor Biológico	1344			2000	747	5%
5	Dec. Secundarios	1591,98			1500	663	4%
					TOTAL	15.108	100%
EDAR Casaquemada							
1	Desarenadores	330			18750	1719	6%
2	Scrubber pretratamiento		30000	1500		12500	42%
3	Scrubber Decantadores		30000	1500		12500	42%
4	Reactor Biológico	2940			2000	1633	6%
5	Dec. Secundarios	2826			1500	1178	4%
					TOTAL	29.530	100%



3.5.2.7 EDAR La Gavia

La tasa de emisión global de la EDAR La Gavia es de 75.870 uo_E/s . El mayor impacto odorífero se identifica en el sistema de desodorización (scrubber), ya que la concentración de entrada y salida respectivamente es de 9.742 y 8.450 uo_E/m^3 ; lo cual indica un rendimiento del sistema en torno al 13%. Esta etapa es la principal susceptible de mejora en esta EDAR, con respecto a la reducción de impacto odorífero.

3.5.2.8 EDAR Butarque

La tasa de emisión global de la EDAR Butarque es de 156.880 uo_E/s . En referencia a los datos de la campaña de muestreo, las etapas correspondientes a scrubber de decantadores primarios y scrubber de espesamiento y flotación son los principales focos de emisión, representando el 63 % de las emisión global de la planta.

En relación a la eficiencia de los sistemas de desodorización de esta planta, se puede concluir que el sistema correspondiente a la obra de entrada presenta un 58 % de eficacia en el tratamiento del flujo de entrada, con concentraciones de entrada y salida de 6.137 y 2.580 uo_E/m^3 respectivamente. Así mismo los decantadores primarios presentan una eficacia alta, 90%, con concentraciones de entrada y salida de 18.390 y 1.810 uo_E/m^3 . Por último, el sistema de desodorización correspondiente al tratamiento de espesamiento y flotación presenta una eficacia del 64 %, con concentraciones de entrada y salida de 12.274 y 4.340 uo_E/m^3 .

3.5.2.9 EDAR La China

La tasa de emisión global de la EDAR La China es de 184.090 uo_E/s . En referencia a los datos de la campaña de muestreo, el sistema de desodorización correspondiente al scrubber de tamices y espesadores trata un caudal de 13.536 m^3/h , a una concentración de 36.491 uo_E/m^3 , lo cual genera una tasa de emisión de 137.206 uo_E/s , representa el 75% del impacto odorífero de la planta. Este sistema opera en la actualidad en una configuración de bio scrubber con recirculación de lodos, lo cual, según los datos anteriores, presenta un rendimiento deficiente.

Por otra parte, el tratamiento de desodorización correspondiente a la etapa de los decantadores primarios presenta un 37 % de eficacia en el tratamiento del flujo de entrada, con concentraciones de entrada y salida de 7.732 y 4.871 uo_E/m^3 respectivamente. Este rendimiento es relativamente bajo y debería optimizarse.

3.5.2.10 EDAR Sur, Sur Oriental, Velilla, Casa Quemada

Debido a su localización y la visita previa del personal especializado de Odournet, se consideró que estas EDAR's no presentaban focos relevantes que pudiesen ser generadores de impactos potenciales significativos de olor. De esta forma forma, estas EDAR's no fueron muestreadas y en consecuencia su impacto fue estimado, a partir de (1) datos bibliográficos y (2) experiencia asociada al grupo Odournet (ver Tabla 16).

Según los resultados presentados, se observa que la tasa de emisión global en la EDAR Sur es de 80.231 uo_E/s , EDAR Sur Oriental presenta una tasa de emisión de 31.940 uo_E/s , EDAR Velilla es de 15.108 uo_E/s , EDAR Casa Quemada presenta una tasa de emisión de 29.530 uo_E/s . Ninguna de estas EDAR's presenta impacto en área residencial.



4. Estimación de la tasa de emisión del vertedero según el método de Pluma Belga

Según lo indicado en el apartado 2.2, se ha utilizado el método de “Pluma Belga” para calcular las emisiones integrales del vertedero en base a las observaciones de campo.

Este proceso de estimación se ha repetido 9 veces para obtener una media de incertidumbre comparable a la incertidumbre de una tasa de emisión medida de emisión tradicional. En base a dicha estimación, se puede calcular la isolínea del percentil 98 a una concentración determinada.

Las medidas de inmisión según el método estándar Belga tuvieron lugar los días 12 de agosto 2015; 4, 5, 25 y 26 de noviembre 2015; 29 de febrero 2016 y 4 de marzo 2016 con 1-3 observaciones por día.

Para llevar a cabo las observaciones se estableció un itinerario de medidas, con objeto de determinar la distancia máxima de detección del olor respecto a la fuente en cuestión. Las medidas olfatométricas se llevaron a cabo por 2-3 observadores con experiencia, los cuales fueron capaces de identificar los olores de las fuentes consideradas.



4.1 Distancia máxima de detección de la pluma de olor

La primera observación se registró el día 4 de noviembre de 2015 entre 12:00 y 15:14 horas, las condiciones meteorológicas se caracterizaban por intensidad de viento baja (2-3 m/s) procedente del suroeste y cielo prácticamente cubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olores con carácter a biogás y basura. A lo largo de la realización de dichas inspecciones no se observaron impactos por olores procedentes de la planta de tratamiento de biogás, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 20. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 4,5 km en dirección noreste, sin llegar a afectar zona residencial. El área de dicha pluma no pudo delimitarse totalmente dado que se extendía a zonas poco accesibles.



Figura 20. Resultados de las observaciones de la primera pluma de olor según el método Belga, 4 de noviembre 2015, de 12:00 a 15:14 horas, velocidad de viento 2-3 m/s procedente del suroeste y cielo prácticamente cubierto.



La segunda observación se registró el día 5 de noviembre de 2015 entre 09:35 y 15:10 horas, con viento de componente suroeste e intensidad baja (1-2 m/s) y cielo prácticamente cubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olores con carácter a biogás y basura. A lo largo de la realización de dichas inspecciones no se observaron impactos por olores procedentes de la planta de tratamiento de biogás, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 21. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de 3 km en dirección noreste, sin llegar a afectar zona residencial. El área de dicha pluma no pudo delimitarse totalmente dado que se extendía en zonas poco accesibles.



Figura 21. Resultados de las observaciones de la segunda pluma de olor según el método Belga, 5 de noviembre 2015, de 09:35 a 15:10 horas, viento de componente suroeste y cielo prácticamente cubierto.



La tercera observación se registró el día 25 de noviembre de 2015 entre 12:22 y 15:20 horas, las condiciones meteorológicas se caracterizaban por intensidad de viento fuerte (7 m/s) procedente del noreste y cielo parcialmente cubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olor con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero. El contorno de la pluma se muestra en La Figura 22. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de 3,3 km en dirección sureste, sin llegar a afectar zona residencial.

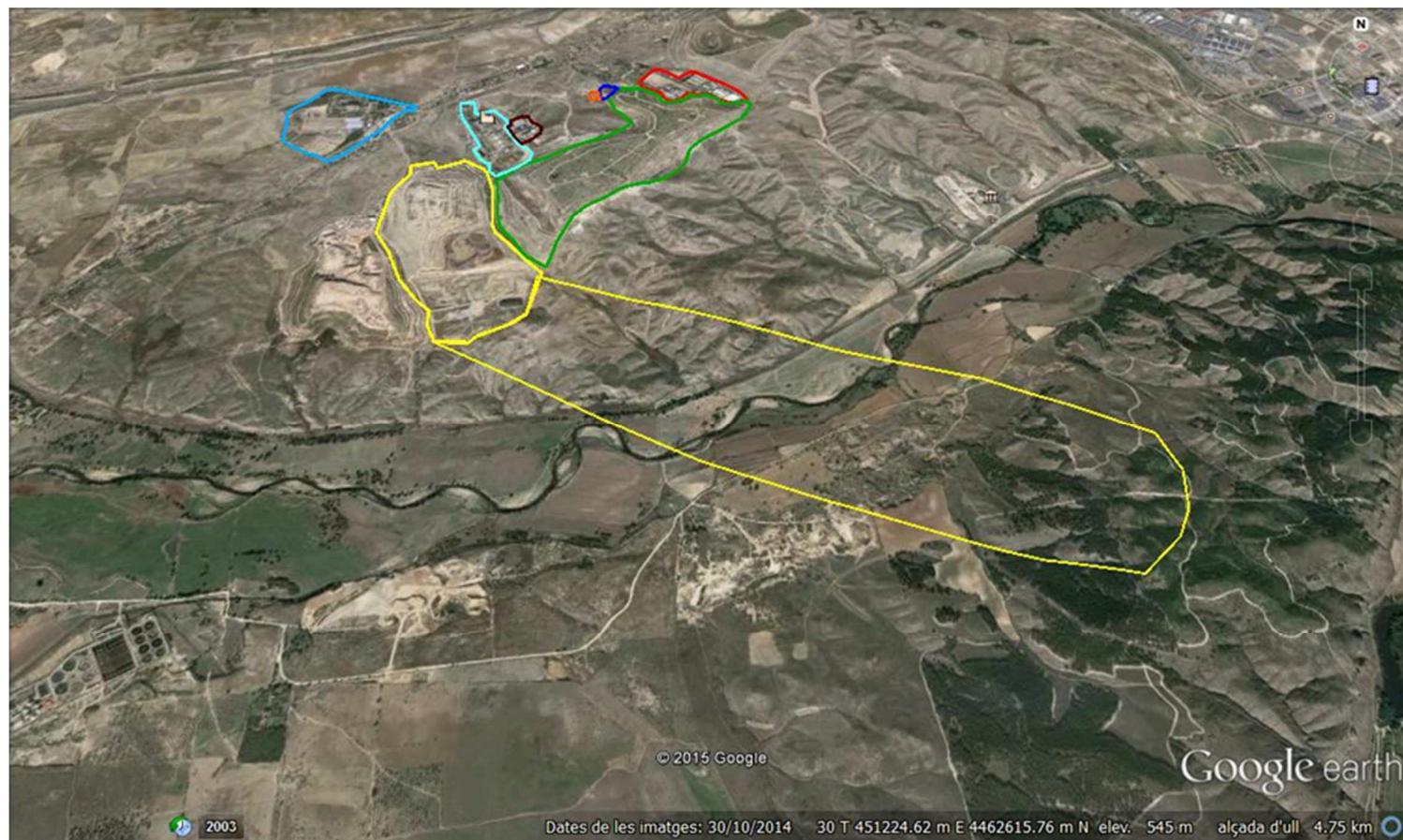


Figura 22. Resultados de las observaciones de la tercera pluma de olor según el método Belga, 25 de noviembre 2015, de 12:22 a 15:20 horas, velocidad de viento 7 m/s procedente del noreste y cielo parcialmente cubierto.



La cuarta observación se registró el día 26 de noviembre de 2015 entre 17:10 y 19:30 horas, con viento de moderado a fuerte (3-5 m/s) procedente del noreste y cielo parcialmente cubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olores con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 23. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 3,7 km en dirección suroeste, sin llegar a afectar zona residencial.

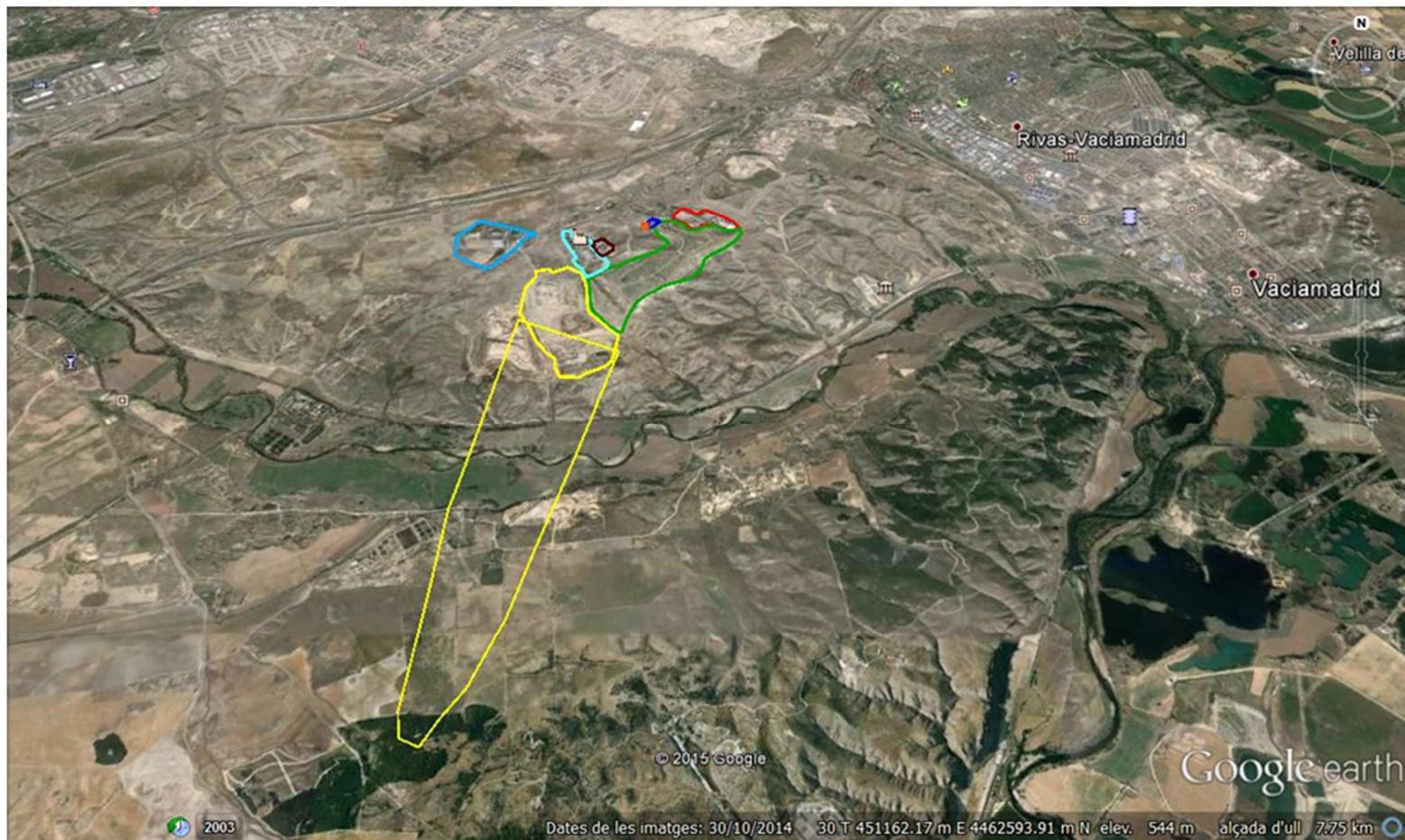


Figura 23. Resultados de las observaciones de la cuarta pluma de olor según el método Belga, 26 de noviembre 2015, de 17:10 a 19:30 horas, velocidad de viento 3-5 m/s procedente del noreste y cielo parcialmente cubierto.



La quinta observación se registró el día 29 de febrero de 2016 entre 12:40 y 14:19 horas, con viento fuerte (8-10 m/s) procedente del noreste y cielo descubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olores con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 24. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 3,7 km en dirección suroeste, sin llegar a afectar zona residencial.

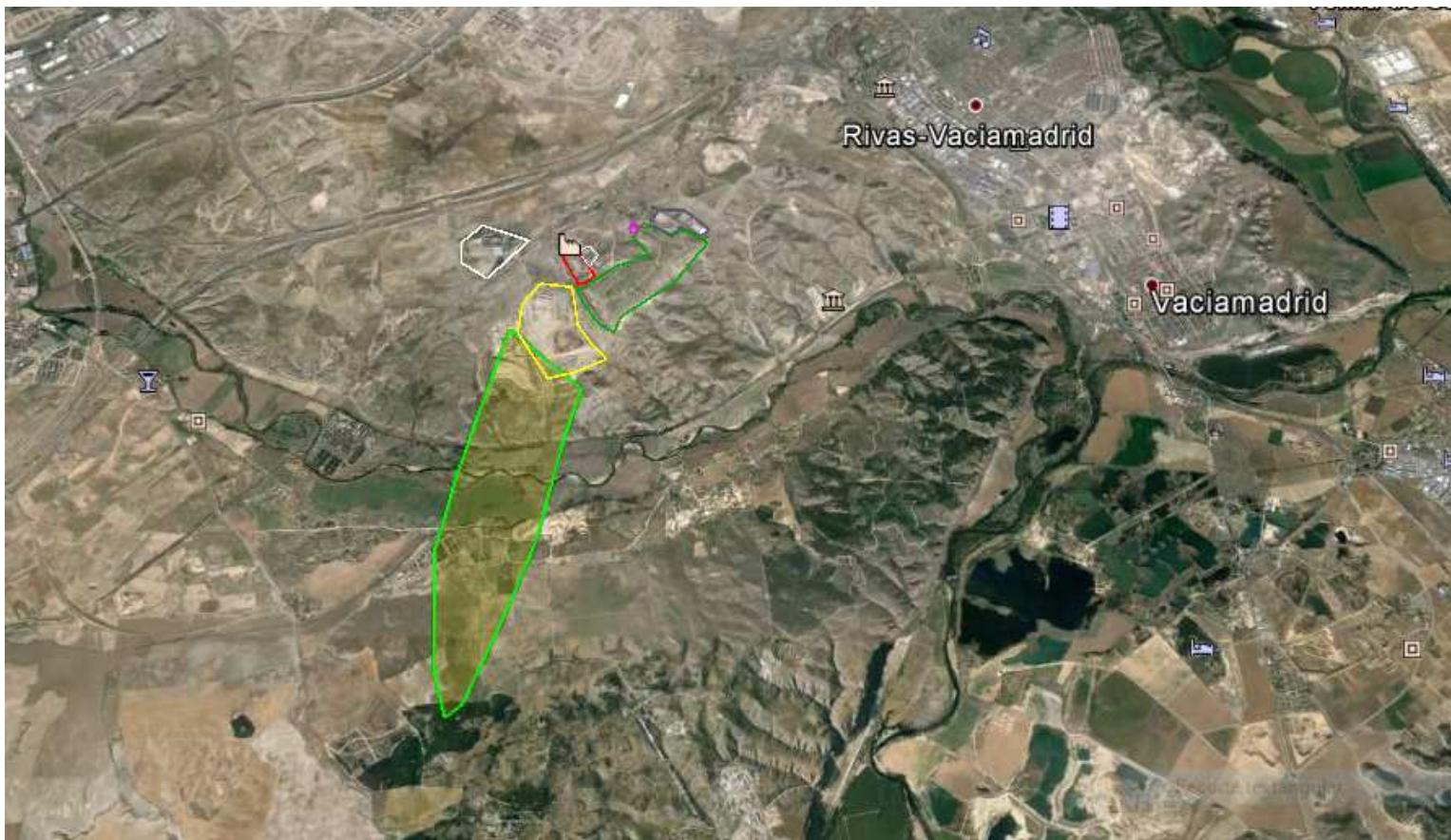


Figura 24. Resultados de las observaciones de la quinta pluma de olor según el método Belga, 29 de febrero 2016, de 12:40 a 14:19 horas, velocidad de viento 8-10 m/s procedente del noreste y cielo descubierto.



La sexta observación se registró el día 29 de febrero de 2016 entre 17:45 y 19:00 horas, con viento fuerte (5-7 m/s) procedente del norte y cielo descubierto. Durante las observaciones de campo se pudieron identificar olores con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 25. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 4,9 km en dirección sur, sin llegar a afectar zona residencial.

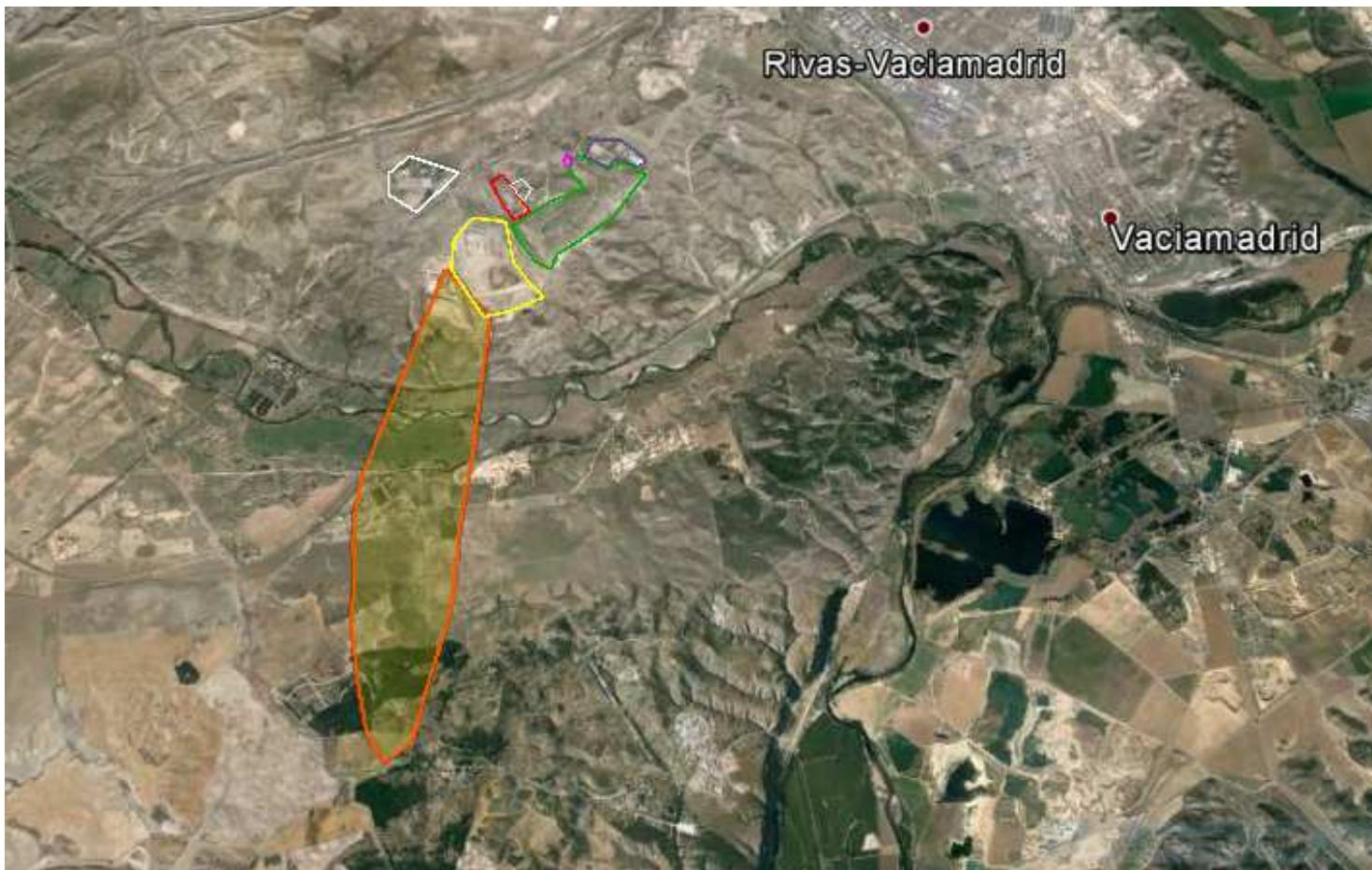


Figura 25. Resultados de las observaciones de la sexta pluma de olor según el método Belga, 29 de febrero 2016, de 17:45 a 19:00 horas, velocidad de viento de 5-7 m/s procedente del norte y cielo descubierto.



La séptima observación se registró el día 4 de marzo de 2016 entre 11:15 y 11:45 horas, con viento leve a moderado (3 m/s) procedente del suroeste y cielo descubierto. Durante las observaciones de campo se identificaron olores con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 26. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 4,2 km en dirección este, sin llegar a afectar zona residencial.

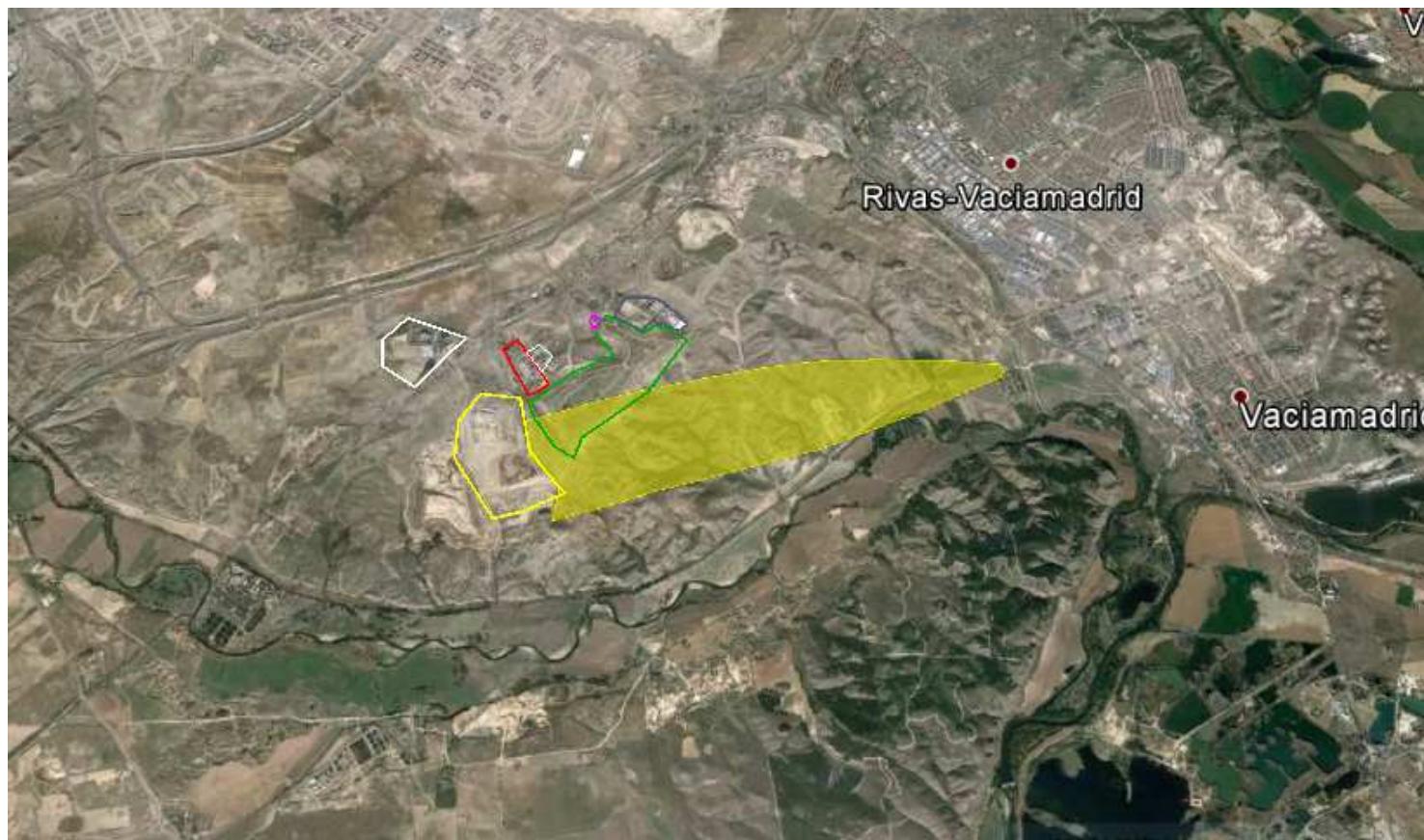


Figura 26. Resultados de las observaciones de la séptima pluma de olor según el método Belga, 4 de marzo 2016, de 11:15 a 11:45 horas, velocidad de viento de 3 m/s procedente del suroeste y cielo descubierto.



La octava observación se registró el día 4 de marzo de 2016 entre 12:07 y 12:40 horas, con viento leve (2-3 m/s) procedente del suroeste y cielo descubierto. Durante las observaciones de campo se pudo identificar olores con carácter a biogás y basura, pudiéndose establecer como origen el vertedero y la planta de tratamiento de biogás; el contorno de la pluma se muestra en La Figura 27. Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 7,7 km en dirección noreste, llegando a afectar parte de la zona residencial del Ensanche de Vallecas, Berrocales y La Cañada Real.

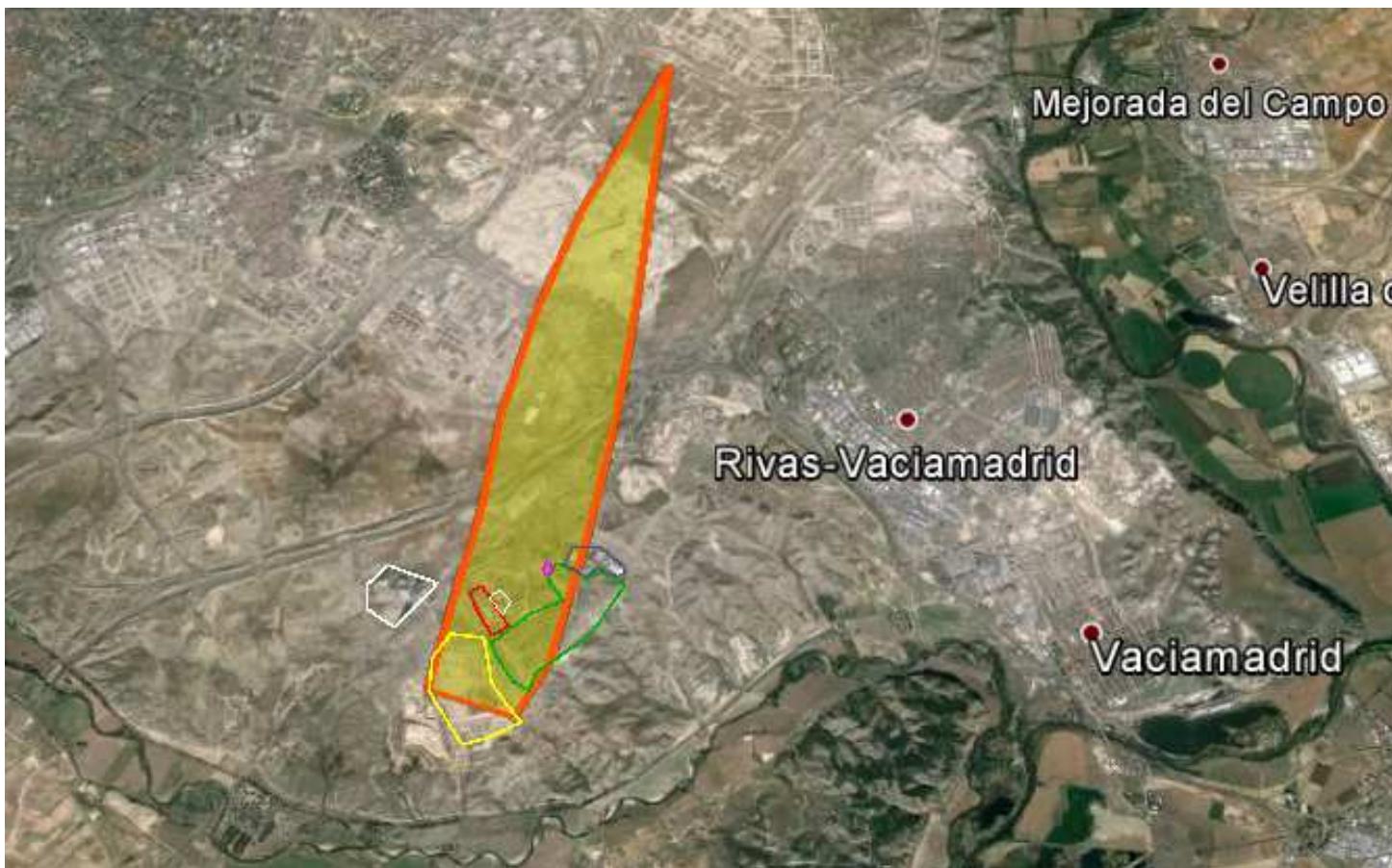


Figura 27. Resultados de las observaciones de la octava pluma de olor según el método Belga, 4 de marzo 2016, de 12:07 a 12:40 horas, velocidad de viento 2-3 m/s procedente del suroeste y cielo descubierto.



Por ultimo, cabe mencionar una novena observación, una pluma puntual, (no se indica imagen) el día 4 de marzo de 2016 entre 08:50 y 09:00 horas, con viento leve (1 m/s) procedente del sureste y cielo descubierto. Esta observación consiste en una sola medida; se identificó olor con carácter a biogás, pudiéndose establecer como origen el vertedero.

Las inspecciones permitieron identificar un área de afectación que alcanzó una distancia máxima de hasta 6,5 km en dirección noroeste, llegando a afectar la zona norte de Valdecarros.



4.2 Estimación en base al proceso de modelización inversa

Los resultados de la extensión de las plumas de olor, junto con la información meteorológica registrada en el momento de las observaciones, se ha utilizado como datos de entrada para el modelo de dispersión CALPUFF 3D para verificar la estimación de la tasa de emisión global asociada al vertedero, así como para tener en consideración todos aquellos focos de olor que no se han incluido en la campaña de caracterización de emisiones (antorchas, emisiones fugitivas).

Las mediciones fueron realizadas por personal de Odournet, con experiencia en validar la distancia máxima hasta donde pueden percibirse los olores de una determinada fuente. Esta metodología tiene en cuenta la percepción real del olor en el ambiente de los alrededores de la fuente, en base a respuestas olfativas fiables. Así, se puede determinar de forma más exacta el impacto global de la fuente de estudio, contemplando la totalidad de las fuentes de emisión características de la instalación en cuestión.

Se considera que el contorno de las plumas presenta una concentración de olor de $C_{98-1\text{hora}} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, concentración equivalente al límite de detección de la nariz humana (ver anexo C).

Para determinar la tasa de emisión global del vertedero, se ha introducido en el modelo de simulación la tasa de emisión estimada de 1-3,7 millones de ou_E/m^3 , en función de la procedencia del olor detectado (biogas vertedero, biogas PTB, mezcla). Así mismo se introdujeron los datos meteorológicos durante el período de las observaciones de campo. El modelo ha simulado la dispersión de los olores en los alrededores del Parque, obteniéndose concentraciones de olor en inmisión sobre una red de puntos predefinida para los períodos de observación correspondientes a cada una de las plumas obtenidas (ver figuras 20 a 27).

Como ejemplo, la Figura 28 presenta sobre un mapa cartográfico los valores de las concentraciones de olor simuladas por el modelo en el contorno de una de las plumas medidas en campo el día 29 de febrero 2016, de 17:45 a 19:00h.

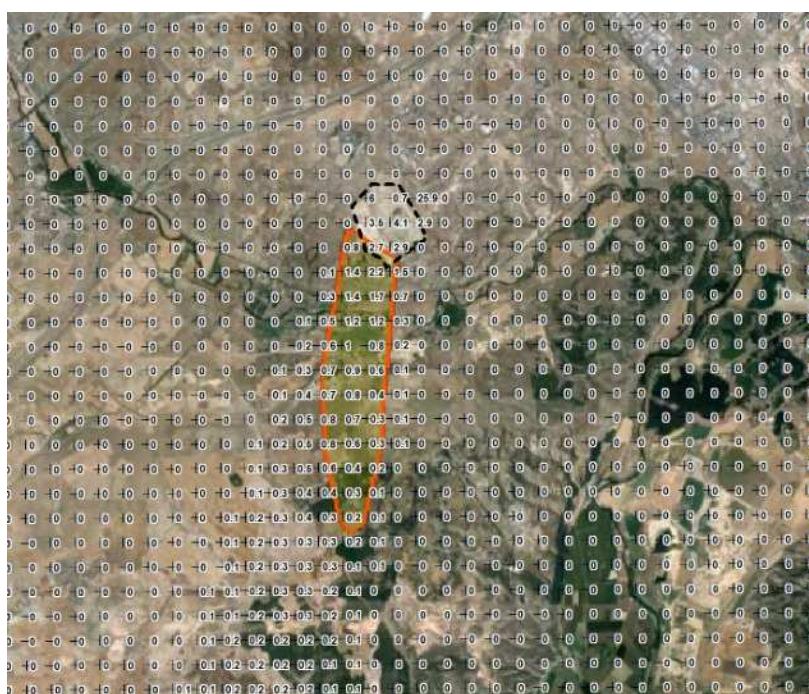


Figura 28. Resultado de los niveles de inmisión de olor (ou_E/m^3), obtenidos por modelación inversa, en el contorno de la pluma determinada el 29 de febrero 2016, de 17:45 a 19:00h.



A partir de estos valores de concentración en inmisión simulados, se ha verificado si la tasa de emisión estimada inicialmente se ajustaba al valor de concentración de olor de 1 ou_E/m³ en la zona del contorno de cada pluma.

La Tabla 17 presenta los valores medios de concentración de olor en inmisión obtenidos, mediante simulación para los contornos de cada una de las plumas observadas en campo, con las correspondientes tasas de emisión calculadas a partir de estos valores.

Tabla 17. Concentraciones medias de olor en inmisión simuladas en los contornos de las plumas observadas en campo, con las tasas de emisión resultantes.

Fecha de observación de la pluma	Hora observación de	Concentración en el punto mas lejano de la pluma belga (ou _E /m ³)	Factor de ajuste indicado por el modelo Calpuff	TE resultante (ou _E /s)
29/02/2016	17:45 a 19:00	0,4	2,5	2.500.000
04/11/2015	12:00 a 15:14	0,5	2,0	3.000.000
25/11/2015	12:22 a 15:20	0,3	3,3	6.666.667
05/11/2015	9:35 a 15:10	1,3	1,8	769.231*
26/11/2015	17:20 a 19:30	1,0	1,0	1.000.000
29/02/2015	12:40 - 14:19	0,2	5,0	7.500.000
04/03/2016	11:15 a 11:45	0,2	5,0	5.000.000
04/03/2016	12:07 a 12:40	0,2	5,0	18.500.000*
04/03/2016	8:50 a 9:00	0,5	2,0	5.000.000
Promedio de la tasa global de emisión				4.380.952

*medidas que no aplican al promedio

Según los resultados, la tasa de emisión del vertedero, resultante de la estimación en base a las plumas observadas en campo según el método Belga - modelización inversa, es de 4.380.952 ou_E/s.

- Es importante destacar que durante el periodo de realización de las inspecciones según el método Belga, la antorcha del vertedero no siempre estaba operativa, con el consecuente envío de biogás a la atmósfera. Esto implica una concentración de olor muy elevada en este foco si se comparacon respecto a valores anteriores.



5. Resultados y discusión

Las molestias por olor pueden desarrollarse después de un largo periodo de exposición intermitente a olores, los cuales causan una percepción negativa por el receptor afectado.

El criterio utilizado en el presente estudio ha sido desarrollado en base a estudios epidemiológicos realizados en Europa, y la aplicación de dichos criterios en Cataluña, con el fin de identificar el nivel a largo plazo de exposición que es probable que cause molestias por olores. De tal modo, los contornos de impacto representan la exposición asociada con las operaciones día a día de la planta objeto de estudio.

5.1 VDI 3940

Los resultados de las “horas de olor” obtenidas para cada olor y el punto donde éste fue identificado se muestran a continuación.

5.1.1 Procesamiento de los datos y presentación de los mapas de olores

Para cada una de las fuentes de olor caracterizadas (sección 3.3, Tabla 13), se presentan los resultados en porcentaje de la “frecuencias de horas de olor” de cada celda. Estas presentan colores diferentes según el nivel de impacto determinado y de acuerdo a los criterios aplicados en la norma estándar alemana VDI/DIN3940:

- Verde: frecuencia de horas de olor inferior a 10%, que corresponde a un nivel máximo aceptable de exposición al olor para zonas residenciales y/o mixtas.
- Rojo: frecuencia de horas de olor igual o superior al 10%, que corresponde a un nivel de olor excesivo para zonas residenciales y/o mixtas.

En específico y según la norma, cabe remarcar que la frecuencia de horas de olor igual o superior al 15%, correspondería a un nivel excesivo de exposición al olor para zonas industriales y/o comerciales. En el proyecto que aplica, el nivel de exposición a tener en cuenta corresponde con el 10%, ya que estamos evaluando el impacto en actuales o futuras zonas residenciales.

En base a las observaciones realizadas durante las dos campañas, las figuras 29 a 48 presentan los mapas de inmisión de las “frecuencias de horas de olor” para cada uno de los tipos de olor identificados:

- Mapa de frecuencia de olor “basura fresca” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “compostaje” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “biogás” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “lodos, fangos” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “RSU” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “agua residual” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “camión basura” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno de Parque Tecnológico de Valdemingómez.



- Mapa de frecuencia de olor “alcantarilla” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “humo -quemado” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez.
- Mapa de frecuencia de olor “otros” en el área de estudio de la villa de Vallecas y El Ensanche, correspondiente al entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Es importante destacar que los mapas presentan los resultados de las observaciones con un análisis de la plausibilidad con relación a las condiciones meteorológicas (dirección de los vientos predominantes).

5.1.2 Discusión de resultados

El origen de los diferentes olores caracterizados en la zona de estudio fue determinado y localizado en una etapa previa a las observaciones de campo por técnicos de Odournet S.L. La discusión de los resultados se detalla individualmente según el tipo de olor y la fuente.

5.1.2.1 Olor caracterizado como “Basura fresca”

El olor caracterizado como “Basura” agrupa el olor proveniente de 3 focos: La Paloma, Las Lomas (fosos de recepción), Las Dehesas (triaje -compostaje). Se ha agrupado el olor de estos focos por la proximidad y la similitud entre ambos, ya que es difícil definir a distancia el origen exacto de las emisiones.

Este olor en concreto fue detectado en el área de estudio con la excepción de las celdas 1, 9, 10 y 12. La frecuencia máxima de “horas de olor” fue del 6% en las celdas 6 y 7. Estas celdas se localizan entre las más próximas al perímetro de las instalaciones del Parque Tecnológico de Valdemingomez. Este olor se detecta siempre con vientos provenientes del sur.

En las celdas restantes se detectó olor a “basura” con una frecuencia del 4% (celda 2, 3, 5 y 8) y del 2% (celda 4, 13, 14, 15). Dichos resultados no superan el límite del 10%, considerado como el valor máximo aceptable de exposición para zonas residenciales y/o mixtas según la normativa alemana VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “basura” con una frecuencia de “horas de olor” del 0% en el punto 53, y del 15% en el punto 54, siendo este último punto el más próximo a la zona.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 29 y Figura 30.





Figura 29. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “Basura”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 30. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “Basura” en los puntos fijos de medida (53, 54). Al sureste de la imagen se identifican polígonos que corresponden a las plantas de tratamiento del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Al norte, la malla donde se realizan las distintas mediciones por parte del panel de expertos.

5.1.2.2 *Olor caracterizados como “Compostaje”*

El olor caracterizado como “Compostaje” se asocia a 2 focos: La Paloma y Las Dehesas (planta de triaje - compostaje).

Este olor en concreto fue detectado solamente en las celdas 6, 8 y 13. La frecuencia máxima de las horas de olor en cada una de las celdas anteriores fue del 2%. Al igual que anteriormente, estas celdas se encuentran próximas al perímetro de las instalaciones y el olor es detectado cuando el viento proviene del sur. Dichos resultados no superan el límite del 10%, considerado como el valor máximo aceptable de exposición para zonas residenciales y/o mixtas según la normativa alemana VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “compostaje” con una frecuencia de “horas de olor” del 0% en el punto 53, y del 2% en el punto 54, siendo este último punto el más próximo a la zona.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 31 y Figura 32.





Figura 31. Mapa de frecuencia de "horas de olor" del olor caracterizado como "Compostaje". Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 32. Mapa de frecuencia de "horas de olor" del olor caracterizado como "Compostaje" en los puntos fijos de medida (53 y 54).

5.1.2.3 Olores caracterizados como “Biogás”

El olor a “Biogás” se asocia a 2 focos: la planta de tratamiento de biogás y el vertedero de las Dehesas.

Este olor fue detectado en todo el área de estudio. Las celdas 6 y 8 presentan una frecuencia máxima de olor del 13% y 15% respectivamente. Estas frecuencias son superiores al 10 %, lo cual corresponde a un nivel de olor excesivo para zonas residenciales y/o mixtas, según la normativa alemana VDI/DIN3940. Al igual que en el caso anterior, estas celdas se encuentran localizadas próximas al perímetro de las instalaciones; el olor es detectado cuando el viento proviene del sur, así como prácticamente el 100% de las identificaciones de olor están asociadas a periodo nocturno.

En el resto de celdas de la malla, la frecuencia de olor se distribuye entre un 2% y 10%, no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “biogás” con una frecuencia de “horas de olor” del 8% en el punto 53 y 54, siendo este último punto el más próximo a la zona.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 33 y Figura 34.



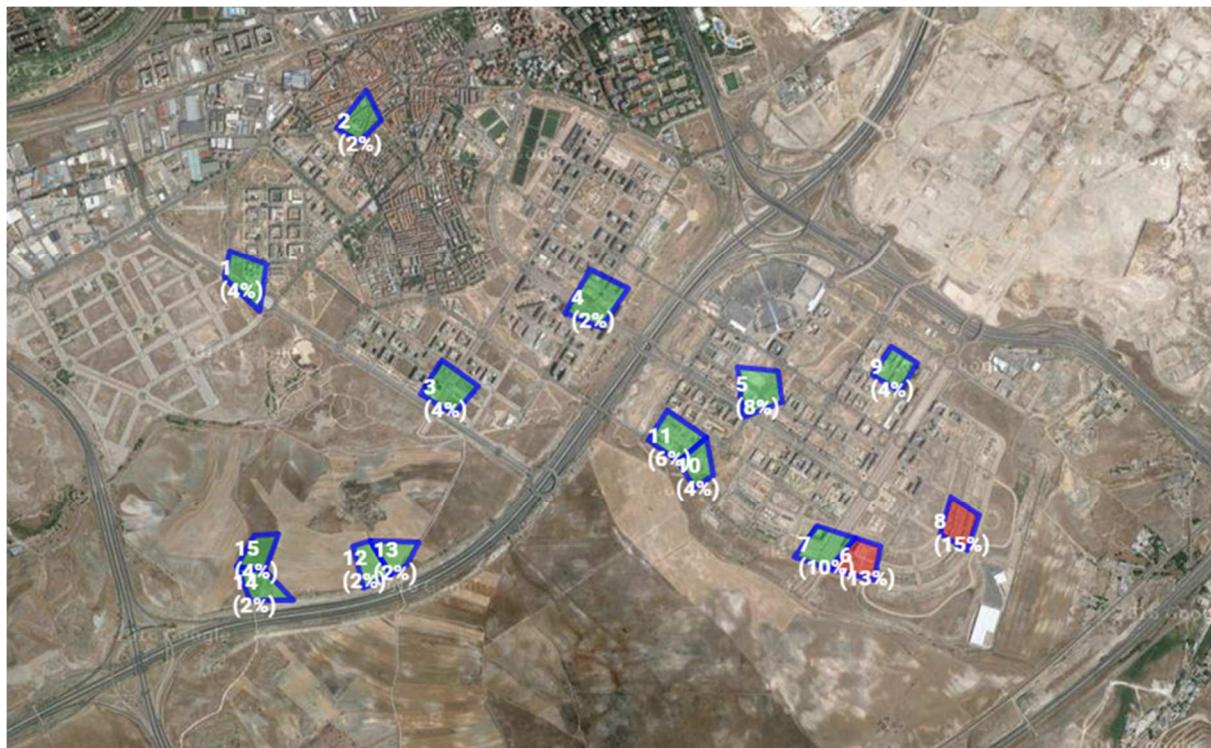


Figura 33. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “Biogás”. Los números del 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 34. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “Biogás” en los puntos fijos de medida (53 y 54).

5.1.2.4 Olor caracterizado como “Lodos - fangos”

El olor a “lodos-fangos” se asocia a 2 focos: la planta de la Paloma y la planta de biometanización de Las Dehesas.

La frecuencia de olor es nula (0%) en todas las celdas de la malla así como en los dos puntos fijos de observación.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 35 y Figura 36.





Figura 35. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “lodos, fangos”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 36. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “lodos, fangos” en los puntos fijos de medida (53 y 54).



5.1.2.5 Olor caracterizado como “Planta Residuos Sólidos Urbanos (RSU)”

Los olores caracterizados como “Planta RSU” incluyen la suma de la frecuencia de “horas de olor” de todos los olores cuyos focos de emisión pertenecen al Parque Tecnológico de Valdemingómez, los cuales incluyen: basura fresca, compostaje, biogás y lodos fangos.

El impacto potencial del olor caracterizado como “planta RSU” se identifica en todo el área de estudio. La frecuencia de horas de olor en las celdas 5, 6, 7, y 8 corresponde con frecuencias de 12%, 17%, 12% y 21%, respectivamente. Estas frecuencias son superiores al 10 %, lo cual corresponde a un nivel de olor excesivo para zonas residenciales y/o mixtas, según la normativa alemana VDI/DIN3940.

En el resto de celdas de la malla, la frecuencia de olor se distribuye entre un 2% y 8%, no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, la frecuencia acumulada de “horas de olor” es del 8% en el punto 53, y del 19% en el punto 54, siendo este último punto el más próximo a la zona.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 37 y Figura 38.



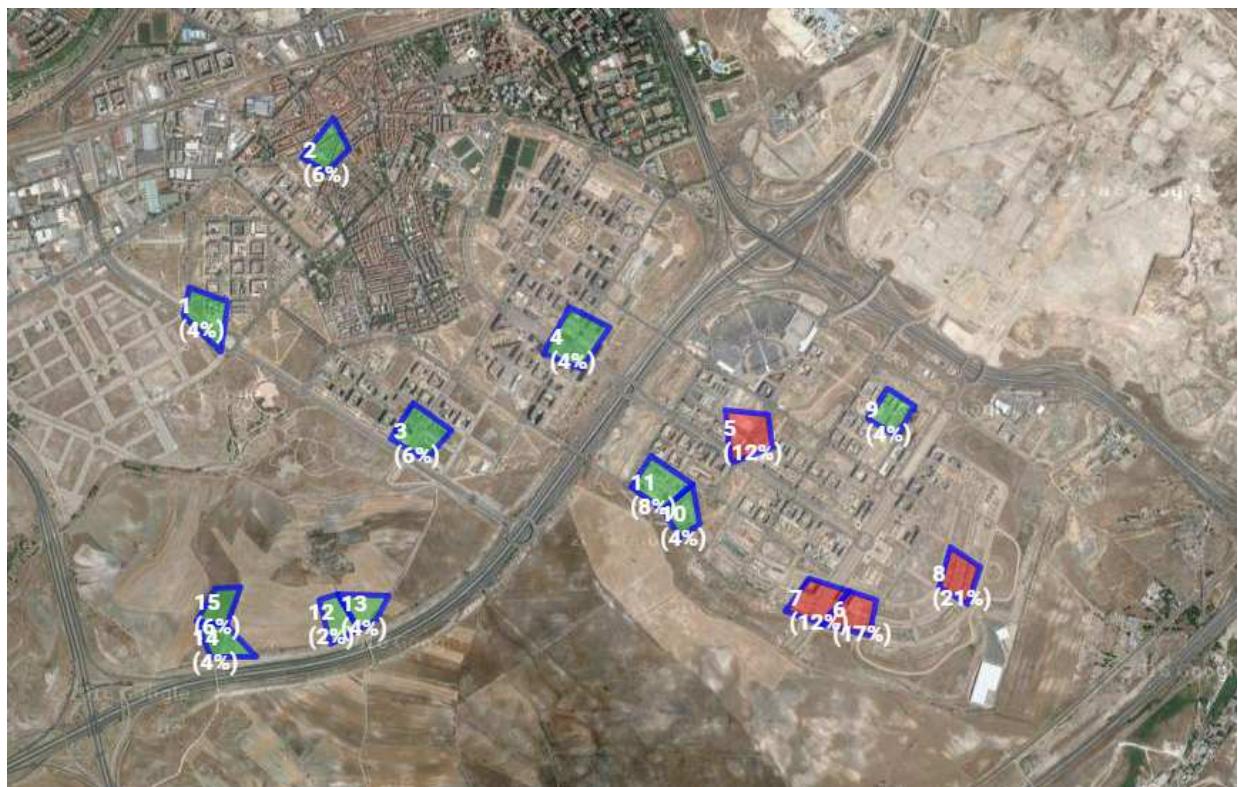


Figura 37. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “Olor acumulado”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 38. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado” en los puntos fijos de medida (53 y 54).

La siguiente clasificación de olores, desde el apartado 5.1.2.6 al 5.1.2.10 no se encuentran asociados al Parque Tecnológico de Valdemingómez, sin embargo se incluyen en este estudio ya que podrían ser potenciales olores de estudio dentro del área.

5.1.2.6 *Olor caracterizado como “Agua residual”*

El olor “agua residual” se asocia a las EDAR´s situadas en la zona de estudio: Sur, Sur Oriental, Butarque, La Gavia, La China, Velilla, Casaqueñada.

La frecuencia de olor es nula (0%) en todas las celdas de la malla así como en los dos puntos fijos de observación. Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio, ver Figura 39 y Figura 40.



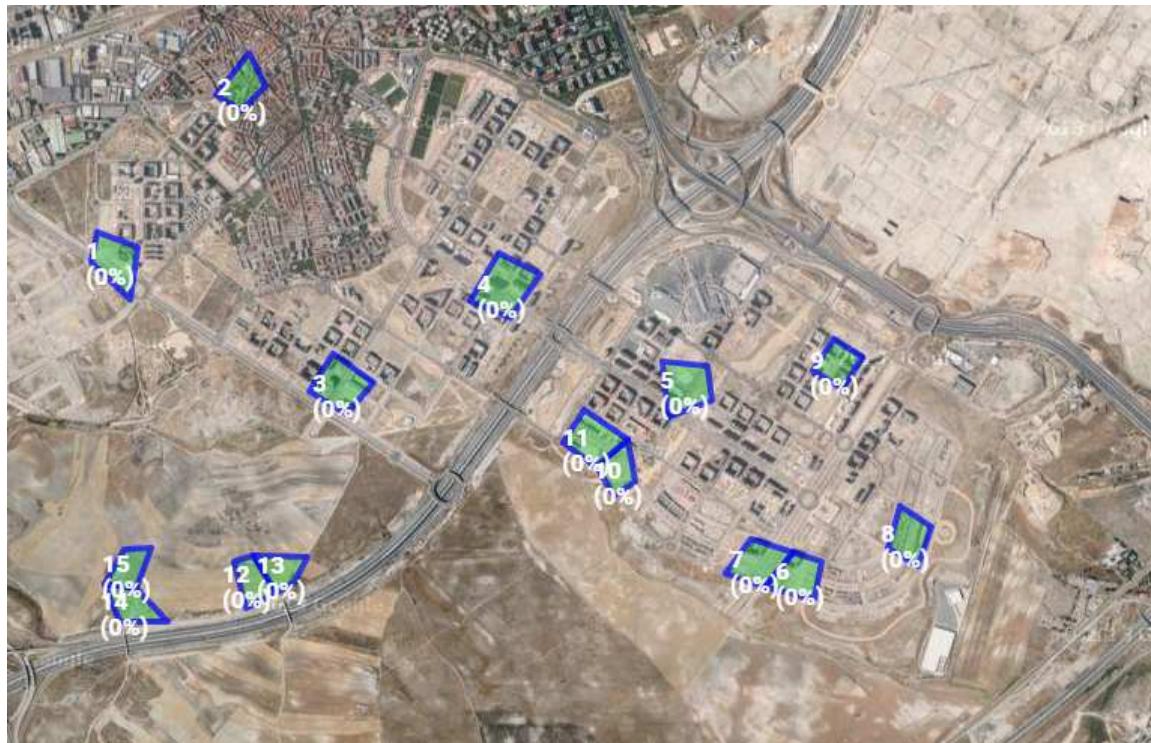


Figura 39. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “agua residual”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 40. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “agua residual”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.

5.1.2.7 Olores caracterizados como “Camión basura”

El olor a “camión basura” se asocia a los propios camiones que transportan desechos desde el área residencial de la zona de estudio, al Parque Tecnológico de Valdemingómez. Se ha considerado incluir este olor para diferenciarlo del propio identificado como “basura fresca” asociado a procesos realizados dentro del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Este olor en concreto fue detectado solamente en las celdas 1 y 3, el resto de la malla de estudio presenta frecuencias de horas de olor nulas (0%).

Las celda 1 y 3 presenta una frecuencia de olor del 6 y 2% respectivamente, no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940. Estas celdas están alejadas del perímetro de las instalaciones, lo cual es perfectamente factible ya que el olor en estudio no está asociado al Parque Tecnológico sino al mero tránsito del camión que efectúa el servicio de recogida de desechos. En este caso, datos como los horarios de observación y/o dirección del viento (ver anexo F.7) no aportan información concluyente ya que es un olor asociado, como se comentó anteriormente, al tránsito de un vehículo de recogida de desechos. Cabe remarcar que este olor no es relevante en términos de impacto al tratarse de un olor propio de áreas urbanas.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “camión basura” con una frecuencia de “horas de olor” del 0% en el punto 53, y del 25% en el punto 54, siendo este último punto el más próximo a la zona y la única vía de acceso de los camiones de recogida al Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio ver Figura 41 y Figura 42.





Figura 41. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “camión basura”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 42. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “camión basura” en los puntos fijos de medida (53 y 54).



5.1.2.8 Olores caracterizados como “Alcantarilla”

El olor alcantarilla se asocia a sistemas propios de alcantarillado existentes en toda ciudad o área poblada.

Las celdas 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10 y 11 presentaron una frecuencia de horas de olor en un rango del 2 al 10% mientras que las celdas 2, 4, 6, 12, 13, 14 y 15 presentaron una frecuencia de olor nula (0%), no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940. Este olor no es relevante en términos de impacto al tratarse de un olor propio de áreas urbanas.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, no se identificó olor a “alcantarilla”; las frecuencia de “horas de olor” son del 0% en el punto 53 y 54.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de studio, ver Figura 43 y Figura 44.





Figura 43. Mapa de frecuencia de "horas de olor" del olor caracterizado como "alcantarilla". Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 44. Mapa de frecuencia de "horas de olor" del olor caracterizado como "alcantarilla" en los puntos fijos de medida (53 y 54).

5.1.2.9 Olores caracterizados como “Humo-quemado”

El olor a humo quemado se vincula a los frecuentes episodios de quema intencionada que se suceden en el área de estudio.

Este olor se detecta en las celdas 6, 8 y 14 con una frecuencia de horas de olor del 12%. Este resultado supera el límite del 10%, considerado como el valor máximo aceptable de exposición para zonas residenciales y/o mixtas según la normativa alemana VDI/DIN3940.

Por otra parte la celda 7 presentan un 10% de frecuencia máxima de olor, las celda 15 un 8% de frecuencia máxima de olor, las celdas 1 y 12 una frecuencia de olor del 4%, las celdas 5, 9 11, y 13 una frecuencia de olor del 2% y finalmente las celdas 2, 3, 4 y 10 una frecuencia de olor nula , no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “humo, quemado”; en el punto 53 y 54 con una frecuencia de horas de olor del 4% y 19% respectivamente.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio, ver Figura 45 y Figura 46.





Figura 45. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “humo, quemado”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 46. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “humo, quemado” en los puntos fijos de medida (53 y 54).



5.1.2.10 *Olores caracterizados como “Otros”*

La categoría “otros” agrupa algunos olores de carácter difuso, característicos de un ambiente urbano (tráfico, comida, chimenea, etc.) y rural (campo, hierba, plantas, etc.).

Estos olores fueron registrados en la zona de estudio a lo largo de las observaciones realizadas, alcanzando frecuencias de horas de olor máximas del 6% en la celda 2, del 4% en la celda 1, así como del 2% en las celdas 3, 5, 9, 10 y 13. En las celdas restantes la frecuencia de olor fue nula (0%).

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, se identificó olor a “otros”; en el punto 53 y 54 con una frecuencia de horas de olor del 2%.

Estos resultados no son relevantes en términos de impacto al tratarse de una suma de olores propios de áreas urbanas y rurales.

Para identificación gráfica de frecuencias en el área de estudio, ver Figura 47 y Figura 48.





Figura 47. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “humo, quemado”. Los números de 1 a 15 corresponden al código atribuido a cada celda de medida.



Figura 48. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “otros” en los puntos fijos de medida (53 y 54).

5.1.3 Conclusión

En base en los resultados obtenidos de las observaciones de campo realizadas en 2 campañas de 3 meses que incluyen los periodos del 17 de Agosto al 17 de noviembre y del 17 de febrero al 17 de mayo de 2016, se presentan las siguientes conclusiones:

- Los olores caracterizados como “Basura”, “Compostaje” y “Biogás” provenientes de las diversas plantas que operan en EL Parque Tecnológico de Valdemingómez pueden ser percibidos en toda la zona de estudio. De forma individual, los olores correspondientes a basura y compostaje no superaron el límite máximo de exposición aceptable para zonas residenciales del 10%, definido en la normativa alemana VDI/DIN3940, para entornos residenciales urbanos. Se estima que estos olores provengan esencialmente de las actividades realizadas en los centros de La Paloma, Las Lomas (fosos de recepción) y Las Dehesas (triaje -compostaje).
- El olor caracterizado como biogás supera el límite máximo de exposición aceptable para zonas residenciales del 10%, definido en la normativa alemana VDI/DIN3940. El biogás es el principal responsable de los olores percibidos en la zona, especialmente en periodo nocturno. Este olor tiene dos focos potenciales principales: la Planta de Tratamiento de Biogás y el vertedero de las Dehesas.

Este olor ha sido identificado en 2 celdas (6 y 8) sobre 15, con una frecuencia del 13% y 15% respectivamente.

La celda 7 presenta una frecuencia de horas de olor del 10%, situándose en el límite según la norma alemana VDI/DIN3940. Las celdas cuya frecuencia de olor supera el 10%, se sitúan en la zona norte del mapa con respecto al Parque Tecnológico de Valdemingómez, lo cual corresponde con el mayor impacto potencial odorífero coincidente con vientos procedentes del sur. Se verifica una reducción del gradiente del impacto a medida que estas zonas residenciales se alejan del perímetro de las instalaciones.

- En relación a los puntos fijos de medición, los olores a “Basura”, “Compostaje” y “Biogás” fueron detectados durante el periodo concreto de las observaciones realizadas en esta zona. La frecuencia máxima de percepción del olor a “Basura” fue nulo (0%) en el punto 53 y del 15% en el punto de medición 54 (utilizado como vía de acceso por los camiones de recogida del Parque Tecnológico de Valdemingómez), superando el límite aceptable de exposición del 10% según los criterios de la normativa VDI/DIN3940. En relación a los olores a “Compostaje”, la frecuencia máxima de percepción fue nulo (0%) en el punto 53 y del 2% en el punto de medición 54, mientras que para el olor “Biogás” la frecuencia máxima de percepción fue del 8% en el punto 53 y 54. En ambos casos no se superó el límite establecido por la normativa VDI/DIN3940.
- El olor caracterizado como “Planta RSU”, incluye la suma de los olores a basura fresca, compostaje, biogás y lodos fangos, asociado a las instalaciones del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Actualmente se puede afirmar que existe un impacto potencial en el área de estudio. La frecuencia de horas de olor en las celdas 5, 6, 7 y 8 oscila entre el 12% y el 21%, presentando valores superiores al 10 %, lo cual corresponde a un nivel de olor excesivo para zonas residenciales y/o mixtas, según la normativa alemana VDI/DIN3940.

En el resto de celdas de la malla, la frecuencia de olor se distribuye entre el 2% y 8%, no superando en ningún caso el límite de exposición aceptable para zonas residenciales y/o mixtas del 10%, tal como se define en la normativa VDI/DIN3940.

Con relación a los olores registrados en los dos puntos fijos de observación que se tratan de forma independiente, representando una celda en sí mismos, la frecuencia acumulada de “horas de olor” es del 8% en el punto 53, y del 19% en el punto 54, siendo este último punto el más próximo a la zona.



A continuación, la Figura 49 y la Figura 50 muestran la relación entre los puntos de la malla, el día y la hora en que se han producido la totalidad de episodios de olor asociados a “Planta RSU” procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.



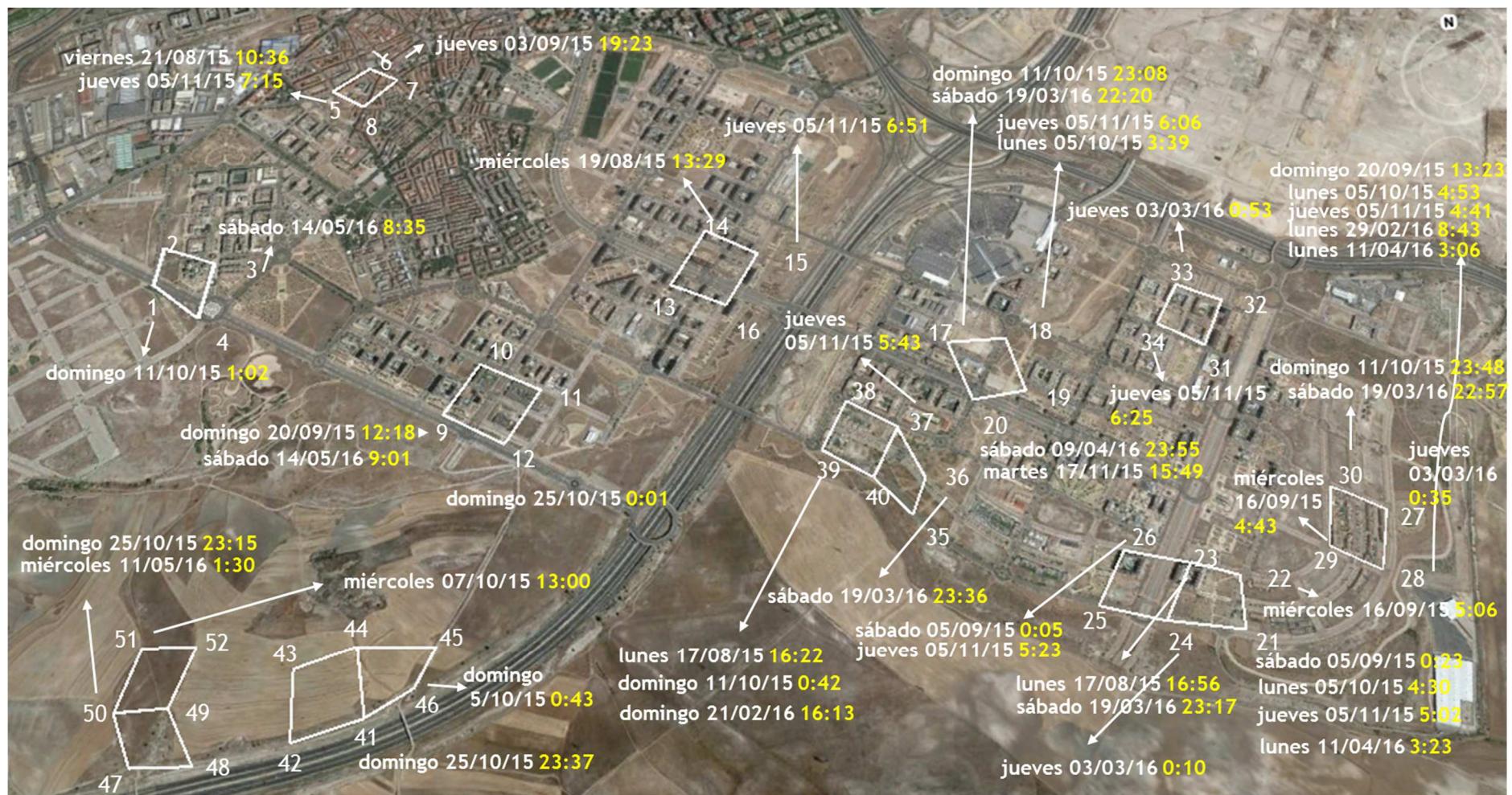


Figura 49. Relación de resultados positivos de olor "Planta RSU" según método VDI/DIN 3940 en la malla de estudio (puntos 1- 52).



Figura 50. Relación de resultados positivos de olor “Planta RSU” según método VDI/DIN 3940 en los puntos fijos (53, 54) de la malla de estudio.

Por otra parte la Tabla 18 presenta el recopilatorio de observaciones positivas de olor indicadas en las figuras 30 y 31 agrupadas según el día de la semana (lunes - domingo).



Tabla 18. Resumen de observaciones positivas de olor según el día de la semana y hora.

Día de la semana	Hora de observación	Día de la semana	Hora de observación
lunes	0 :43	sábado	0 :05
	3 :06		0 :23
	3 :23		0 :46
	3 :39		8 :35
	4 :30		9 :01
	4 :53		22 :20
	8 :43		22 :57
	16 :22		23 :17
	16 :56		23 :36
			23 :55
martes	15 :49	domingo	0 :01
miércoles	1 :30		0 :06
	4 :43		0 :42
	5 :06		1 :02
	13 :00		12 :18
	13 :29		13 :23
jueves	0 :10	domingo	16 :13
	0 :35		23 :08
	0 :53		23 :15
	4 :41		23 :37
	5 :02		23 :48
	5 :23		
	5 :43		
	6 :06		
	6 :25		
	6 :51		
viernes	7 :15		
	19 :23		
viernes	2 :50		
	10 :36		

A continuación la Figura 51 muestra la relación entre los días de la semana, la franja horaria (0 a 23 h.) y el número de observaciones positivas de olor a “planta RSU” según VDI/DIN 3940. Esta Figura 51 permite visualizar la misma información expuesta en la tabla anterior.

De esta forma, se pueden identificar franjas horarias con episodios de olor positivos asociados a determinados días de la semana, lo cual no implica necesariamente que esta información se pueda vincular de forma sistemática a ciertos procesos dentro del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Factores como la procedencia del viento, el día y la hora que cada panelista realiza medidas en cada punto de la malla, es representativo sobre el impacto en inmisión pero no necesariamente sobre el adecuado o no funcionamiento de un proceso determinado dentro del Parque. Finalmente, en relación a la información obtenida, cabe remarcar hay más observaciones positivas durante la madrugada (5-6 h) y a última hora del día (22- 0 h).



Por otra parte, estos resultados se relacionan con factores como la turbulencia y la masa de aire.

En relación a la turbulencia; a menor factor de turbulencia y en ausencia de radiación solar, la dilución por dispersion es menor, lo cual implica concentraciones más altas en inmisión que en condiciones de mayor turbulencia durante el dia.

En relación a la masa de aire, cuando la emisión ocurre en periodo diurno y día soleado, el terreno se calienta y se producen movimientos convectivos en las capas de aire cercanas al suelo. Este fenómeno da lugar a una dilución del contaminante y a una elevación de este sobre el suelo lo cual, en general, evita la percepción de olor en inmisión (habitantes de núcleos cercanos a la planta de referencia).

Por el contrario, cuando las condiciones atmosféricas determinan situaciones en las que se inhibe la mezcla y los movimientos ascendentes del aire, aún existiendo desplazamientos horizontales del aire, los procesos de dilución y elevación sobre el suelo del contaminante son menos determinantes, y el olor puede ser percibido en inmisión, incluso a distancias de hasta varios kilómetros del foco.

El periodo nocturno, con noches despejadas y sin brisa (situación de calma), marca las condiciones atmosféricas propicias para la percepción de olores. Si estas condiciones se mantienen a posteriori de la salida del sol y el cielo se cubre de nubosidad, es decir no se produce calentamiento del terreno, así como se mantiene las condiciones de calma nocturna, la percepción del olor es posible en inmisión.

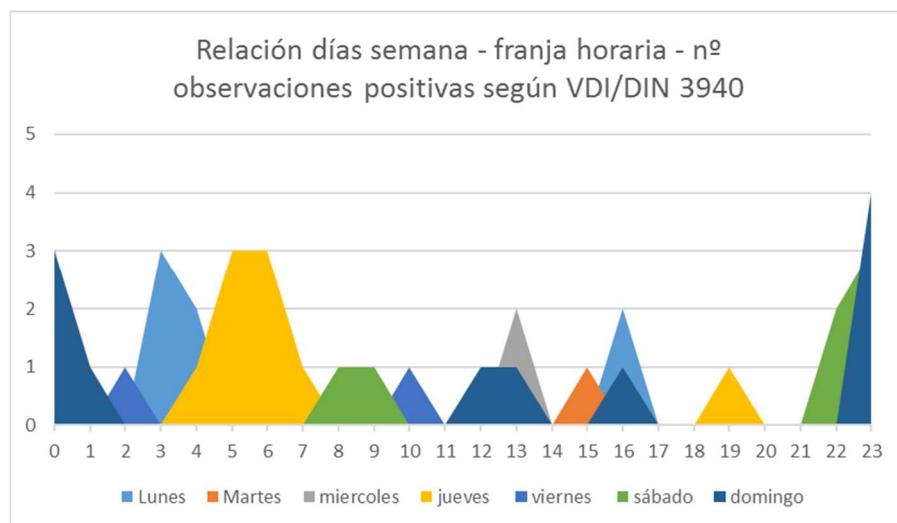


Figura 51. Relación día semana – franja horaria (eje x) – nº observaciones positivas (eje y).

- Los olores caracterizados como “Lodos, fangos” y “Agua residual” provenientes de la planta de estudio y de las diversas plantas EDAR’s de la zona no fueron percibidos en la totalidad del estudio.
- Los olores caracterizados como “Camión basura”, “Alcantarilla”, “Humo, quemado” y “Otros” son detectados en la zona, solamente el olor caracterizado como “humo, quemado”, supera el límite de exposición del 10%. Como se comentó anteriormente, cabe remarcar que estos olores no son característicos del Parque Tecnológico de Valdemingómez, pero se indican ya que constituyen olores identificados en el área de estudio, los cuales podrían reducirse bajo determinadas pautas de actuación (externas a las que aplican en este proyecto).

Cabe remarcar que el olor “Humo, quemado” es un foco de un peso importante, pues aunque no esté asociado a la planta, tiene como origen actividades ilegales asociadas al entorno.

5.2 Enoses

Según bibliografía y ensayos de calibración en laboratorio, los enoses fueron calibrados en relación a 3 rangos de valores de intensidad:

- valores inferiores a 0,3 V, los cuales se consideran como nulos,
- valores entre 0,3 y 0,5 V, los cuales varían según la intensidad de la emisión de procedencia y
- valores superiores a 0,5 V, los cuales se salen de rango y no aplican en este estudio.

Según lo anterior, a continuación se presentan los resultados que analizan la plausibilidad de las narices electrónicas en relación a la intensidad de señal detectada por estos dispositivos en el rango de interés (0,3-0,5 V); en función de su localización y la dirección de procedencia del viento.

Previamente a la interpretación de resultados, se define la terminología que se empleará para la descripción de resultados:

- Señal positiva por parte de las enoses y viento procedente del PTVD. Este resultado es lógico y se interpreta como una señal positiva por parte del sensor ante un episodio de olor, derivado de la actividad desarrollada en alguna de las plantas de PTVD.
- Señal positiva por parte de las enoses y viento que NO procede del PTVD. Este resultado se define como un “falso positivo”, ya que aunque el sensor origina una señal positiva no es correcto asociar un episodio de olor procedente de PTVD, pues el viento no proviene de la planta y en consecuencia no debiese de producirse una señal positiva en los dispositivos.
- Ausencia de señal en las enoses y viento que SI procede del PTVD. Este resultado se define como un “falso negativo”, ya que el sensor no detecta nada (ausencia de señal) pero si hay viento procedente del foco (PTVD), con lo cual debiese de identificarse señal positiva en los sensores.
- Ausencia de señal en las enoses y viento no procedente de planta. Este resultado es lógico y se interpreta como una ausencia de señal asociado a una dirección de procedencia de viento, que aunque en ese momento hubiese episodios de olor en la planta, no podrían identificarse en el área de estudio debido a la dirección contraria de procedencia del viento.

5.2.1 Análisis de plausibilidad dirección del viento - intensidad de señal

El objetivo de este análisis ha sido comprobar en cada localización si la dirección del viento procedía de las instalaciones objeto de estudio, cuando la señal de los sensores era positiva, es decir con intensidad entre 0,3-0,5 V. La Tabla 19 muestra los resultados de intensidad de señal promedio de cada localización en función del ángulo de procedencia del viento. El análisis de datos fue realizado teniendo en cuenta ángulos de 30° de amplitud y de 0 a 360°, cubriendo todas las posibles direcciones de procedencia del viento.

Tabla 19. Relación Localización sensor – promedio intensidad de señal (V) – ángulo de procedencia del viento.



e-nose Loc. 1		e-nose Loc. 2		e-nose Loc. 3		e-nose Loc. 4		e-nose Loc. 5	
Procedencia del viento (º)	Int. señal prom. (V)	Procedencia del viento (º)	Int. señal prom. (V)	Procedencia del viento (º)	Int. señal prom. (V)	Procedencia del viento (º)	Int. señal prom. (V)	Procedencia del viento (º)	Int. señal prom. (V)
0-30	0,37	0-30	0,34	0-30	0,31	0-30	0,31	0-30	0,33
30-60	0,37	30-60	0,33	30-60	0,31	30-60	0,31	30-60	0,32
60-90	0,40	60-90	0,34	60-90	0,31	60-90	0,30	60-90	0,32
90-120	0,45	90-120	0,37	90-120	0,33	90-120	0,32	90-120	0,35
120-150	0,49	120-150	0,40	120-150	0,33	120-150	0,32	120-150	0,34
150-180	0,45	150-180	0,41	150-180	0,33	150-180	0,34	150-180	0,34
180-210	0,40	180-210	0,43	180-210	0,36	180-210	0,34	180-210	0,33
210-240	0,37	210-240	0,39	210-240	0,35	210-240	0,32	210-240	0,31
240-270	0,38	240-270	0,41	240-270	0,36	240-270	0,32	240-270	0,32
270-300	0,35	270-300	0,37	270-300	0,33	270-300	0,30	270-300	0,32
300-330	0,35	300-330	0,34	300-330	0,32	300-330	0,30	300-330	0,31
330-360	0,35	330-360	0,32	330-360	0,30	330-360	0,29	330-360	0,31

Los resultados sombreados en fondo azul indican los ángulos de viento, para los cuales la intensidad de señal es superior al resto de los ángulos de análisis.

Para poder interpretar correctamente estos datos, la Figura 52 muestra el mapa de localización de las enoses con una rosa de los vientos, con los grados de procedencia del viento. De esta forma se puede comprobar los grados de procedencia del viento cuando éste proviene de las plantas evaluadas.

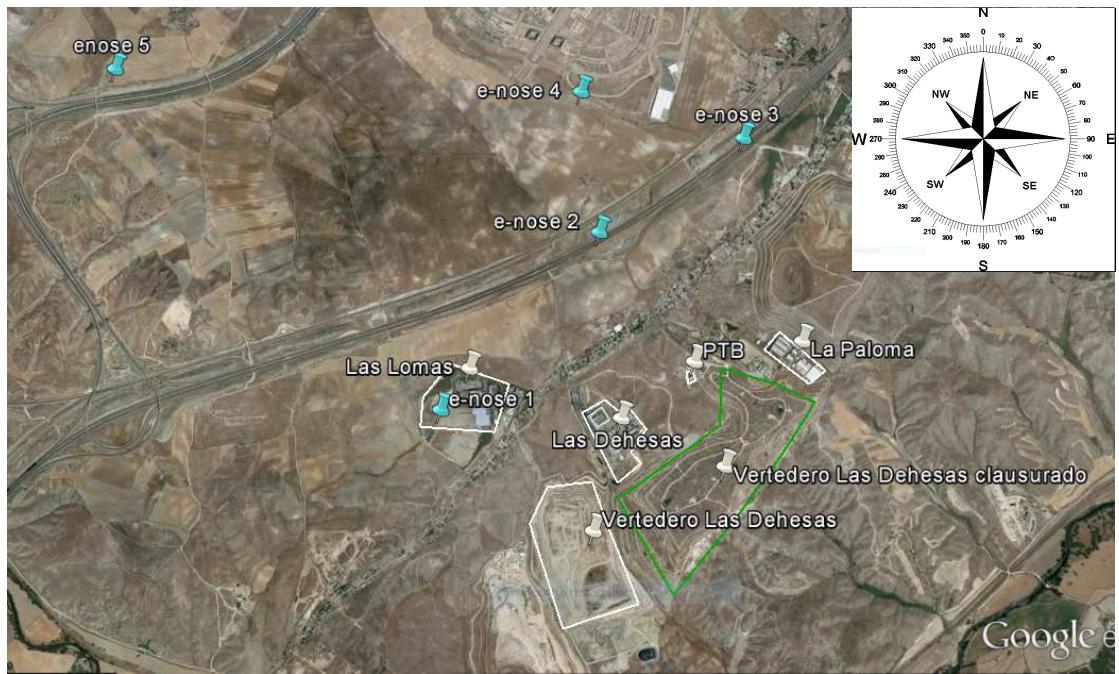
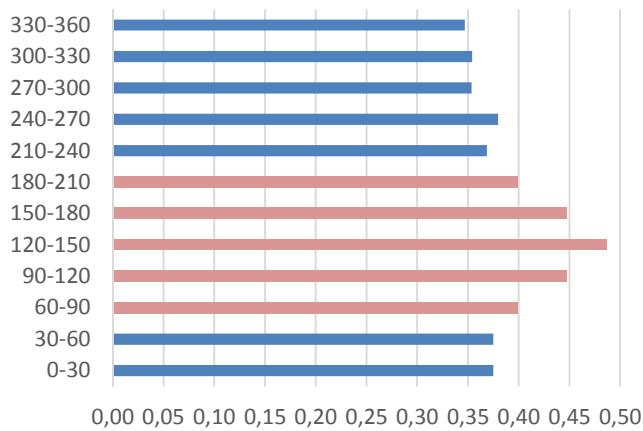


Figura 52. Localización de las e-noses en el área de estudio y rosa de vientos con los ángulos de procedencia del viento.

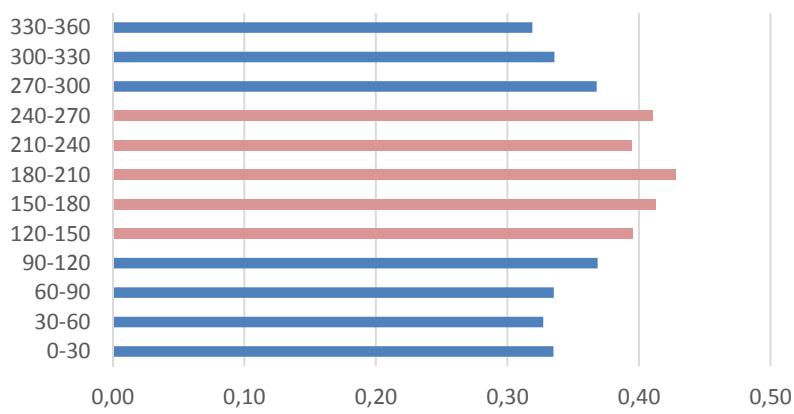
De esta forma, la localización 1 presenta señales de 0,4 a 0,49 para ángulos comprendidos entre 60º y 210º; la localización 2 presenta señales de 0,39 a 0,43 para ángulos comprendidos entre 120º y 270º; la localización 3 presenta señales de 0,35 a 0,36 para ángulos comprendidos entre 180º y 270º; la localización 4 presenta señales de 0,34 para ángulos de 150º a 210º y finalmente la localización 5 presenta señales de 0,34 a 0,35 para ángulos de 90º a 150º. Según estos resultados, la Figura 53 permite ver la representación gráfica de la intensidad de señal versus el ángulo de dirección de viento para cada localización. Las líneas sombreadas en color salmón muestran visualmente que ángulos están asociados a una intensidad de señal superior.



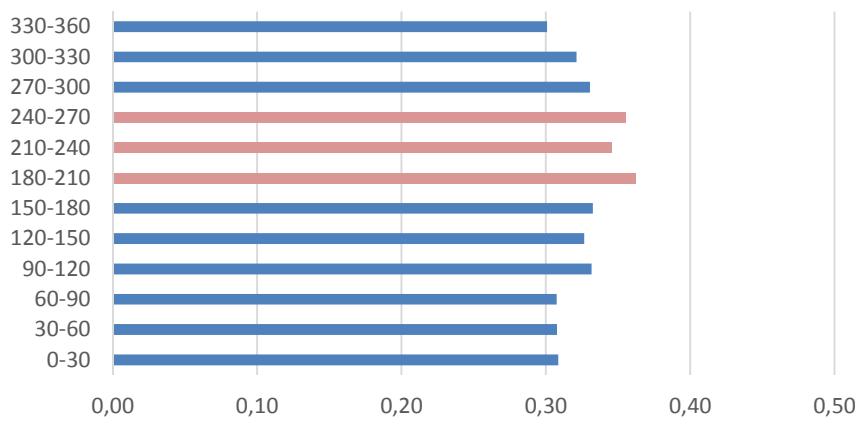
Señal Loc. 1 vs. dirección de viento



Señal Loc. 2 vs dirección de viento



Señal Loc. 3 vs dirección de viento



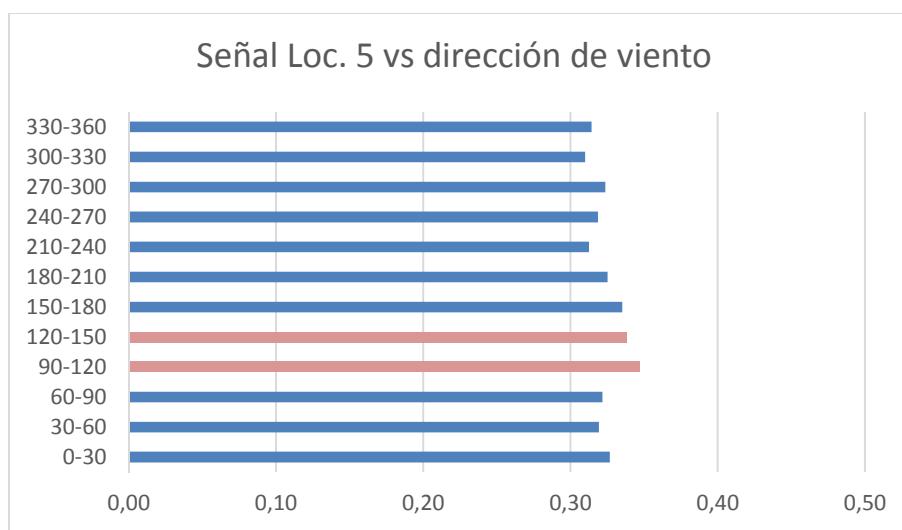
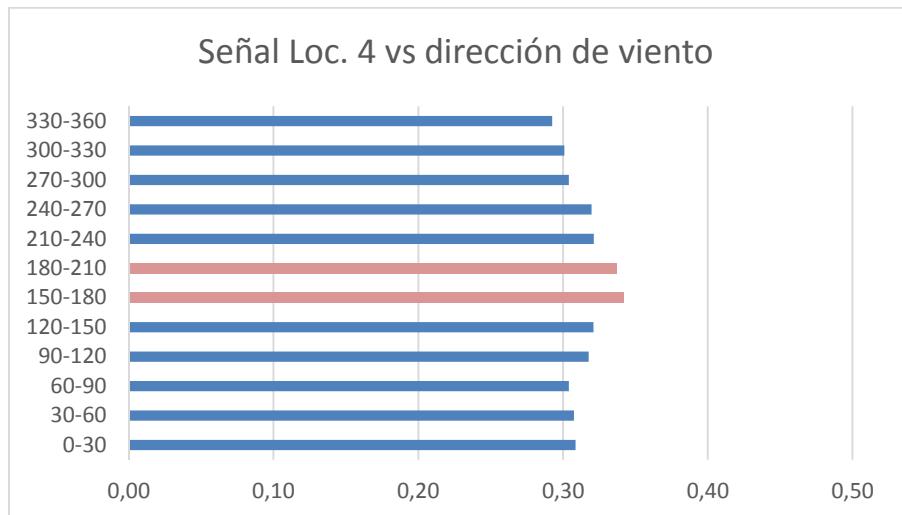


Figura 53. Representación gráfica intensidad de señal versus ángulo de dirección de viento para las localizaciones 1,2,3,4 y 5.

5.2.2 Conclusiones

Estos resultados muestran como la intensidad de señal es mayor en aquellos ángulos de dirección de viento procedente de las plantas del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Sin embargo, las variaciones de señal apreciadas son muy poco significativas, especialmente en aquellas ubicaciones más alejadas del Parque (Loc 3-5). Este hecho se debe a que existen numerosos falsos positivos, es decir, cuando el viento no procede de planta las enoses también aportan una señal positiva.

Estos falsos positivos no permiten validar el método de las enoses. Para ello, estos dispositivos deberían ser capaces de aportar señales positivas mayoritariamente cuando el viento procede del Parque.

Por otra parte, otro aspecto interesante a destacar es que la intensidad de señal decrece a medida que nos alejamos del Parque Tecnológico; es decir, la intensidad de señal que corresponde a las ubicaciones 1 y 2 es superior a la intensidad de señal de las localizaciones 3, 4 y 5 (ver Figura 53, Loc.1-Loc. 5). Estos resultados son razonables ya que a mayor distancia se espera menos señal.

Finalmente también se aprecia que cuando la señal de la enose es negativa (cercana a 0,3V), la dirección del viento no coincide con la de procedencia del Parque. En este sentido existirían pocos falsos negativos, es decir, cuando no existe señal positiva es muy poco probable que haya un episodio de olor.

En conclusión, según los resultados se aprecia una cierta relación entre la dirección del viento y la señal de los e-noses. De la misma forma, también existe relación entre la señal aportada por las enoses y su ubicación respecto el Parque. A la vez, cuando la enose no aporta una señal positiva es poco probable que exista un episodio de olor.

5.3 Cromatografía de gases GC-TOF

Esta sección corresponde a la caracterización química de todos los focos potenciales de emisión de olores del Parque Tecnológico y ciertas EDAR's (ver Tabla 20). A su vez este análisis permite identificar cuales son los compuestos más significativos a nivel de olor a tener en cuenta, para ser eliminados mediante los sistemas de desodorización.

Tabla 20. Focos de muestreo en el Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Nº	Puntos de muestreo	Localización
1	Nave triaje - 124	Las Lomas
2	Nave triaje - 117	Las Dehesas
3	Nave triaje - 104	La Paloma
4	Salida biofiltro - 319	Biomet. Dehesas
5	Nave deshidratación - 119	Las Dehesas
6	Acopio digestado-121	Biomet. Dehesas
7	Foso recepción - 120)	Las Lomas
8	Foso recepción - 116)	La Paloma
9	Acopio materia orgánica - 123	Las Lomas
10	Scrubber entrada-313	PTB
11	Scrubber entrada-312	PTB
12	Biof.salida / Carbon activo entrada-1667	PTB
13	Filtro C.activo salida-1665	PTB
14	Filtro C. activo salida-315	PTB
15	Scruber salida / Biofilter entrada-314	PTB
16	Nave deshidratación - 103)	La Paloma
17	Fosos recepción -122)	Biomet. La Paloma
18	Entrada biofiltro la paloma-317	La Paloma



19	Triaje la paloma biomet-318	Biomet. La Paloma
20	Acopio digestato paloma biomet-316	Biomet. La Paloma
21	Biofiltro biomet la paloma - 3111	Biomet. La Paloma
22	Biofiltro maduración - 1683	Las Dehesas
23	Nave triaje - 1682	Las Dehesas
24	Salida scrubber - 141	La Gavia
25	Nave - 1165	Las Dehesas
26	Salida scrubber - 1684	La Gavia
27	Biofiltro fermentación 2-1680	Las Dehesas
28	Entrada scrubber la gavia-1666	La Gavia
29	Recepción - 1164	Las Dehesas
30	Entrada scrubber - 1681	La Gavia
31	Afino - 1701	Las Dehesas
32	Tamices (salida) - 1679	La China
Nº Foco muestreo/código ref.		Localización
33	Frente V.5 con lodos - 267	Vertedero
34	Frente V.5 con lodos - 266	Vertedero
35	Decantadores primarios entrada lavador - 265	La China
36	Salida lavador primario - 263	La China
37	Frente V.5 sin lodos - 268	Vertedero
38	Frente V.5 sin lodos - 269	Vertedero
39	Biogás - 270	Vertedero
40	Salida scrubber espesamiento y flotación (salida) - 118	EDAR Butarque
41	Entrada scrubber espesamiento y flotación - 119	EDAR Butarque
42	Entrada scrubber decantadores primarios - 1640	EDAR Butarque
43	Salida scrubber obra entrada -1645	EDAR Butarque
44	Entrada decantadores primarios - 265	La China
45	Salida decantadores primarios - 263	La China
46	Scrubber obra de entrada - 1644	EDAR Butarque
47	Salida scrubber decantadores primarios - 1642	EDAR Butarque
48	Entrada scrubber - 1643	EDAR Butarque
49	Entrada scrubber - 120	PTB
50	Salida filtro C. activo - 200	PTB

La caracterización química se presenta por grupos o familias de compuestos químicos, todos ellos presentes en las muestras caracterizadas: alcoholes, aldehídos, hidrocarburos alifáticos, aminas, alcoholes aromáticos, compuestos aromáticos, hidrocarburos cílicos, ésteres, éteres, furanos, compuestos halogenados, cetonas, mercaptanos, compuestos nitrogenados, ácidos orgánicos, compuestos sulfurados, terpenos y heteroátomos.



A continuación, La Tabla 21 presenta un análisis en detalle para la PTB, por ser uno de los focos más relevantes, y con objeto de ver la eficacia de las distintas etapas del proceso de tratamiento. La concentración se expresa en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para cada uno de los compuestos que integran los diferentes grupos. La eficacia de cada una de las etapas (scrubber, biofiltro y filtro de carbon activo) y la eficacia global del proceso se expresan en porcentaje.

Estas concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se compara con el valor umbral de olor para cada compuesto (OTV), en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Este valor umbral de olor (OTV) indica el valor de concentración a partir del cual la nariz humana empieza a detectar el olor (equivalente a 1 ou_E/m^3). La comparación de los valores de concentración con respecto al OTV nos permite identificar cuáles son los compuestos más relevantes a nivel de olor. Las referencias de los OTV se obtienen a través de bibliografía y experiencia propia del Grupo Odournet.

La caracterización del resto de muestras se presenta en un document excel version digital con el informe final, ya que no es posible incluir esta documentación como anexo del propio informe por densidad de datos y correcta visualización.

Tabla 21. Resultados del análisis del espectro de COVs presentes antes y después de cada sistema de tratamiento en la PTB (scrubber, biofiltro, filtro de carbón activo).

		Scrubber entrada	Scrubber salida	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo entrada	Filtro C. activo salida
Compound	CAS No.	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
Alcohols							
Ethanol	64-17-5	67,9	86,2	86,2	131,4	131,4	66,7
Isopropyl Alcohol	67-63-0	332,8	461,2	461,2	306,2	306,2	467,9
2-Propanol, 2-methyl-	75-65-0	22,6	11,5	11,5	-	-	12,0
2-Butanol, (R)-	14898-79-4	1.069,8	753,6	753,6	607,6	607,6	510,2
1-Propanol, 2-methyl-	78-83-1	-	-	-	-	-	-
1-Butanol	71-36-3	27,9	-	-	20,5	20,5	26,1
1-Butanol, 3-methyl-	123-51-3	-	-	-	-	-	-
1-Butanol, 2-methyl-	137-32-6	-	-	-	-	-	-
1-Pentanol	71-41-0	-	-	-	-	-	-
1-Hexanol, 4-methyl-	818-49-5	-	219,2	219,2	-	-	-
Cyclohexanemethanol	100-49-2	570,5	-	-	-	-	-
p-Cymen-7-ol	536-60-7	764,9	-	-	-	-	202,2
Total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) alcoholes		2.856,4	1.531,7	1.531,7	1.065,8	1.065,8	1.285,1
% eficacia de eliminación por etapas			46,4		30,4		-
% eficacia de eliminación global							55,0
Aldehydes							
Acetaldehyde (*)	75-07-0	439,9	362,3	362,3	648,3	648,3	347,9
2-Propenal	107-02-8	-	-	-	-	-	-
Propanal	123-38-6	-	-	-	-	-	-
Propanal, 2-methyl-	78-84-2	33,6	36,9	36,9	39,8	39,8	42,6
Methacrolein	78-85-3	114,6	90,4	90,4	117,7	117,7	127,6
Butanal	123-72-8	-	-	-	-	-	-
Butanal, 3-methyl-	590-86-3	48,3	-	-	-	-	75,6
Hexanal	66-25-1	-	-	-	-	-	-
Heptanal	111-71-7	-	-	-	-	-	-
Benzeneacetaldehyde	122-78-1	1.637,2	-	-	1.389,8	1.389,8	1.349,4
Octanal	124-13-0	-	-	-	-	-	-
Benzeneacetaldehyde, α -methyl-	93-53-8	361,9	-	-	330,8	330,8	388,1
Nonanal	124-19-6	-	-	-	-	-	-
Decanal	112-31-2	-	-	-	-	-	-
Cuminal	122-03-2	291,7	-	-	-	-	140,6
Total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) aldehidos		2.927,3	489,6	489,6	2.526,3	2.526,3	2.471,9
% eficacia de eliminación por etapas			83,3		-		2,2
% eficacia de eliminación global							15,6





Compound	CAS No.	Scrubber entrada	Scrubber salida	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo entrada	Filtro C. activo salida
		Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
Aliphatic Hydrocarbons							
Propene	115-07-1	1.054,2	945,6	945,6	1.154,4	1.154,4	1.094,8
Isobutane	75-28-5	344,7	692,6	692,6	808,5	808,5	493,7
1-Butyne	107-00-6	2,0	87,4	87,4	93,9	93,9	18,1
2-Butene	107-01-7	55,6	108,2	108,2	122,6	122,6	50,9
1-Propene, 2-methyl-	115-11-7	58,1	-	-	-	-	47,0
1-Butene, 3-methyl-	563-45-1	17,8	12,6	12,6	17,2	17,2	22,4
Butane, 2-methyl-	78-78-4	183,6	143,4	143,4	175,2	175,2	284,7
1-Pentene	109-67-1	3,6	9,0	9,0	5,1	5,1	12,0
Pentane	109-66-0	1.843,7	-	-	-	-	375,9
2-Methyl-1-butene	563-46-2	1.123,6	720,9	720,9	796,9	796,9	909,8
Butane, 2,3-dimethyl-	79-29-8	172,6	-	-	-	-	146,8
Pentane, 2-methyl-	107-83-5	798,4	-	-	-	-	650,9
Pentane, 3-methyl-	96-14-0	23,6	4,8	4,8	6,3	6,3	23,3
n-Hexane	110-54-3	19,4	14,2	14,2	17,3	17,3	64,2
Pentane, 2,2-dimethyl-	590-35-2	14,5	-	-	-	-	10,8
Pentane, 3,3-dimethyl-	562-49-2	7,8	0,9	0,9	1,2	1,2	97,5
Hexane, 2-methyl-	591-76-4	168,4	45,1	45,1	47,7	47,7	160,9
Hexane, 3-methyl-	589-34-4	161,0	73,2	73,2	-	-	306,1
Heptane	142-82-5	789,9	358,7	358,7	-	-	724,4
Hexane, 2,2-dimethyl-	590-73-8	82,4	-	-	-	-	41,4
Heptane, 4-methylene-	15918-08-8	6,3	22,7	22,7	26,7	26,7	29,8
Pentane, 2,3,4-trimethyl-	565-75-3	338,0	-	-	-	-	144,5
Hexane, 2,3-dimethyl-	584-94-1	101,9	40,1	40,1	41,9	41,9	82,1
Heptane, 2-methyl-	592-27-8	63,9	43,7	43,7	46,9	46,9	42,4
Heptane, 3-methyl-	589-81-1	49,7	37,2	37,2	37,0	37,0	27,0
Octane	111-65-9	836,3	744,0	744,0	747,7	747,7	640,7
Hexane, 2,3,5-trimethyl-	1069-53-0	33,7	357,4	357,4	373,1	373,1	141,7
Octane, 4-methyl-	2216-34-4	315,2	-	-	-	-	86,3
Octane, 3-methyl-	2216-33-3	488,4	454,6	454,6	454,9	454,9	560,9
Nonane	111-84-2	2.002,9	2.697,5	2.697,5	2.504,5	2.504,5	2.122,1
Octane, 3,6-dimethyl-	15869-94-0	398,4	-	-	-	-	225,6
Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-	508-32-7	4.190,0	3.741,1	3.741,1	5.867,1	5.867,1	4.122,3
Nonane, 5-methyl-	15869-85-9	237,4	-	-	-	-	59,6
4-Nonene, 5-methyl-	15918-07-7	1.207,5	-	-	-	-	494,7
Nonane, 2-methyl-	871-83-0	1.369,6	-	-	-	-	-
Nonane, 3-methyl-	5911-04-6	5.933,0	-	-	-	-	-
Decane	124-18-5	3.537,4	3.768,2	3.768,2	3.118,4	3.118,4	3.315,5
Nonane, 2,6-dimethyl-	17302-28-2	616,7	66,5	66,5	598,9	598,9	538,6
Decane, 2-methyl-	6975-98-0	248,5	195,7	195,7	227,3	227,3	151,7
Decane, 3-methyl-	13151-34-3	309,5	356,2	356,2	275,0	275,0	269,5
Undecane	1120-21-4	2.014,2	2.147,2	2.147,2	1.848,9	1.848,9	1.818,7
Heptane, 4-(1-methylpropyl)-	52896-87-4	83,4	85,7	85,7	56,6	56,6	-
Undecane, 5-methyl-	1632-70-8	65,4	-	-	54,9	54,9	47,7
Undecane, 2-methyl-	7045-71-8	97,6	111,0	111,0	89,5	89,5	83,6
Undecane, 3-methyl-	1002-43-3	157,9	146,8	146,8	128,2	128,2	134,3
Dodecane	112-40-3	583,8	678,3	678,3	455,4	455,4	515,4
Tridecane	629-50-5	158,1	198,8	198,8	136,2	136,2	131,8
Nonane, 2,2,4,4,6,8,8-heptamethyl-	909554	661,7	907,8	907,8	658,6	658,6	538,6
$\Sigma C5H8$		214,8	222,4	222,4	209,3	209,3	274,8
$\Sigma C5H10$		1.025,8	183,4	183,4	304,2	304,2	612,5
C8H14		48,2	57,1	57,1	64,4	64,4	55,0
$\Sigma C10H18$		1.582,7	1.179,0	1.179,0	-	-	1.380,3
$\Sigma C10H20$		1.417,9	846,2	846,2	528,2	528,2	1.928,5
C10H22		1.409,1	1.076,4	1.076,4	1.040,7	1.040,7	1.363,0
Total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) hidrocarburos alifáticos		38.730,0	23.581,5	23.581,5	23.140,9	23.140,9	31.852,8
% eficacia de eliminación por etapas			39,1		1,9		-
% eficacia de eliminación global							17,8



Compound	CAS No.	Scrubber	Scrubber	Biof.	Biof.	Filtro C.	Filtro C.
		entrada	salida	entrada	salida	activo	activo
		Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
Amines							
Methylamine, N,N-dimethyl-	75-50-3	-	-	-	-	-	-
Hydrazine, (1-methylethyl)-	2257-52-5	1.598,9	-	-	921,4	921,4	782,4
Total (μg/m³) aminas	1.598,9	-	-	921,4	921,4	782,4	
% eficacia de eliminación		100,0		-		15,1	
% eficacia de eliminación global						51,1	
Aromatic Alcohol							
Phenol	108-95-2	5.167,5	-	-	-	-	2.946,5
p-Cresol	106-44-5	6.360,7	7.287,4	7.287,4	1.607,6	1.607,6	3.193,2
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	499-75-2	2.147,3	2.686,3	2.686,3	738,4	738,4	1.142,9
Unknown		757,3	-	-	-	-	198,5
Total (μg/m³) alcoholes aromáticos	14.432,7	9.973,7	9.973,7	2.346,0	2.346,0	7.481,0	
% eficacia de eliminación		30,9		76,5		-	
% eficacia de eliminación global						48,2	
Aromatic compounds							
Benzene	71-43-2	381,4	275,8	275,8	371,4	371,4	415,5
Toluene	108-88-3	2.899,2	2.442,1	2.442,1	3.926,0	3.926,0	3.365,4
Ethylbenzene	100-41-4	1.733,4	1.507,8	1.507,8	1.665,6	1.665,6	1.819,0
m,p-xylene	108-38-3/106-42-3	4.591,1	-	-	-	-	3.614,5
o-xylene	95-47-6	1.161,5	988,4	988,4	1.101,6	1.101,6	1.011,9
Styrene	100-42-5	685,5	988,4	988,4	1.101,6	1.101,6	598,2
Benzene, propyl-	103-65-1	357,8	345,2	345,2	-	-	254,7
Benzene, (2-methylpropyl)-	538-93-2	30,3	-	-	-	-	16,3
Benzene, 1-methyl-2-propyl-	1074-17-5	138,6	130,3	130,3	124,9	124,9	100,1
Naphthalene	91-20-3	61,6	68,6	68,6	56,3	56,3	67,3
C9H10		81,5	61,9	61,9	83,7	83,7	62,2
ΣC9H12		3.528,5	2.885,1	2.885,1	3.035,1	3.035,1	3.203,4
ΣC10H14		411,7	232,8	232,8	299,4	299,4	387,8
Total (μg/m³) compuestos aromáticos	16.062,2	9.926,3	9.926,3	11.765,8	11.765,8	14.916,3	
% eficacia de eliminación		38,2		-		-	
% eficacia de eliminación global						7,1	
Cyclic Hydrocarbons							
Cyclopentane	287-92-3	260,7	147,1	147,1	176,0	176,0	247,5
Cyclopentane, methyl-	96-37-7	96,8	-	-	-	-	300,4
Cyclohexane	110-82-7	719,1	246,0	246,0	284,5	284,5	667,8
Cyclopentane, 1,1-dimethyl-	1638-26-2	77,7	-	-	-	-	57,3
Cyclohexane, methyl-	108-87-2	1.076,9	374,0	374,0	400,4	400,4	1.004,6
Cyclopentane, ethyl-	1640-89-7	29,0	10,6	10,6	12,8	12,8	28,6
Cyclopentane, 1,2,4-trimethyl-	2815-58-9	17,9	5,5	5,5	4,9	4,9	12,0
Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl-	3073-66-3	53,1	60,3	60,3	66,4	66,4	48,0
Cyclohexane, 1,3,5-trimethyl-	1839-63-0	202,6	187,6	187,6	232,4	232,4	182,5
Naphthalene, decahydro-, trans-	493-02-7	-	-	-	-	-	-
Cyclohexane, pentyl-	4292-92-6	182,4	206,0	206,0	160,5	160,5	182,3
Naphthalene, decahydro-2-methyl-	2958-76-1	146,1	229,5	229,5	119,2	119,2	128,5
ΣC7H14		378,5	-	-	4,4	4,4	280,7
C8H16		125,8	119,2	119,2	155,1	155,1	124,0
ΣC9H18		1.474,6	805,5	805,5	952,2	952,2	894,2
C10H20		168,5	153,4	153,4	158,6	158,6	139,0
Total (μg/m³) hidrocarburos cíclicos	5.009,7	2.544,9	2.544,9	2.727,7	2.727,7	4.297,3	
% eficacia de eliminación		49,2		-		-	
% eficacia de eliminación global						14,2	



Compound	CAS No.	Scrubber	Scrubber	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo	Filtro C. activo salida
		entrada	salida	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	
Esters							
Acetic acid, methylester	79-20-9	62,0	30,3	30,3	21,0	21,0	14,6
Acetic acid ethenylester	108-05-4	835,8	-	-	-	-	-
Ethyl Acetate	141-78-6	1.388,6	1.197,9	1.197,9	-	-	1.215,0
Methyl propionate	554-12-1	-	-	-	-	-	-
Acetic anhydride	108-24-7	239,0	215,3	215,3	-	-	213,8
Isopropyl acetate	108-21-4	-	-	-	-	-	-
Propanoic acid, ethylester	105-37-3	-	-	-	-	-	-
n-Propyl acetate	109-60-4	92,4	84,5	84,5	71,4	71,4	62,5
Butanoic acid, methylester	623-42-7	4,8	-	-	-	-	-
sec-Butyl acetate	105-46-4	135,4	-	-	-	-	30,5
Butanoic acid, ethylester	105-54-4	-	-	-	-	-	-
Propanoic acid, propylester	106-36-5	-	-	-	-	-	82,4
Acetic acid, butylester	123-86-4	315,2	375,6	375,6	-	-	177,6
Methylvalerate	624-24-8	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid, 1-methylethylester	638-11-9	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid, 3-methyl-, ethylester	108-64-5	-	-	-	-	-	-
Propanoic acid, 2-methyl-, propylester	644-49-5	-	-	-	-	-	-
1-Butanol, 3-methyl-, acetate	123-92-2	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid, propylester	105-66-8	-	-	-	-	-	-
Pentanoic acid, ethylester	539-82-2	-	-	-	-	-	-
Propanoic acid, butylester	590-01-2	-	-	-	-	-	-
Hexanoic acid, methylester	106-70-7	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid, 2-methylpropylester	539-90-2	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid, butylester	109-21-7	-	-	-	-	-	-
Hexanoic acid, ethylester	123-66-0	-	-	-	-	-	-
Hexanoic acid, propylester	626-77-7	-	-	-	-	-	-
Heptanoic acid, ethylester	106-30-9	-	-	-	-	-	-
Octanoic acid, methylester	111-11-5	-	-	-	-	-	-
Hexanoic acid, butylester	626-82-4	-	-	-	-	-	-
Octanoic acid, ethylester	106-32-1	-	-	-	-	-	-
4-Terpinenylacetate	4821_04-9	309,5	381,0	381,0	2.304,0	2.304,0	2.604,0
Total (µg/m³) ésteres		3.382,9	2.284,6	2.284,6	2.396,4	2.396,4	4.400,2
% eficacia de eliminación		32,5			-		-
% eficacia de eliminación global							-
Ethers							
Trimethylene oxide	503-30-0	16,7	-	-	-	-	24,7
1,3-Dioxolane, 2-methyl-	497-26-7	26,4	12,3	12,3	54,4	54,4	31,5
1,4-Dioxane	123-91-1	-	-	-	6,1	6,1	9,7
1,3-Dioxolane, 2,4,5-trimethyl-	3299-32-9	-	-	-	-	-	-
Total (µg/m³) éteres		43,1	12,3	12,3	60,5	60,5	65,9
% eficacia de eliminación		71,5			-		-
% eficacia de eliminación global							-
Furans							
Furan	110-00-9	86,4	66,1	66,1	89,6	89,6	75,3
Furan, 2-methyl-	534-22-5	1.633,5	1.153,8	1.153,8	1.180,8	1.180,8	1.042,8
Furan, 3-methyl-	930-27-8	805,8	332,3	332,3	358,9	358,9	372,4
Tetrahydrofuran	109-99-9	152,0	109,3	109,3	117,1	117,1	101,0
Furan, 2-ethyl-	3208-16-0	117,4	88,2	88,2	97,2	97,2	82,2
Furan, 2,5-dimethyl-	625-86-5	88,1	67,7	67,7	82,4	82,4	71,1
Furan, 2-propyl-	4229-91-8	36,1	28,6	28,6	33,2	33,2	27,8
Furan, 2-ethyl-5-methyl-	1703-52-2	42,1	26,3	26,3	34,4	34,4	30,4
Furan, 2-pentyl-	3777-69-3	1.245,5	1.087,3	1.087,3	1.073,9	1.073,9	1.025,5
Benzofuran, 4,7-dimethyl-	28715-26-6	142,3	286,4	286,4	84,5	84,5	106,2
Total (µg/m³) furanos		4.349,3	3.246,2	3.246,2	3.152,0	3.152,0	2.934,7
% eficacia de eliminación		25,4			2,9		6,9
% eficacia de eliminación global							32,5



		Scrubber entrada	Scrubber salida	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo entrada	Filtro C. activo salida
Compound	CAS No.	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
Halogen-containing compounds							
Methylene chloride	75-09-2	18,9	9,5	9,5	14,2	14,2	36,0
Ethene, 1,1-dichloro-	75-35-4	305,8	251,6	251,6	216,1	216,1	151,7
1,2-Dichloroethylene	540-59-0	261,6	-	-	-	-	131,0
Trichloromethane	67-66-3	21,0	16,1	16,1	16,0	16,0	22,6
Trichloroethylene	79-01-6	112,9	86,8	86,8	105,9	105,9	97,6
Tetrachloroethylene	127-18-4	199,1	135,9	135,9	173,8	173,8	178,1
Cycloheptane, bromo-	2404-35-5	-	-	-	591,2	591,2	-
Benzene, 1,4-dichloro-	106-46-7	448,9	620,4	620,4	481,7	481,7	617,8
Total (µg/m³) compuestos halogenados	1.368,1	1.120,3	1.120,3	1.598,9	1.598,9	1.234,8	
% eficacia de eliminación		18,1					22,8
% eficacia de eliminación global							9,7
Ketones							
Acetone	67-64-1	5.635,3	-	-	4.626,1	4.626,1	4.798,1
2,3-Butanedione	431-03-8	548,6	919,8	919,8	1.379,5	1.379,5	570,5
2-Butanone	78-93-3	13.208,0	14.141,9	14.141,9	13.764,4	13.764,4	12.222,5
3-Buten-2-one, 3-methyl-	814-78-8	61,3	35,8	35,8	24,2	24,2	41,1
2-Pentanone	107-87-9	1.364,1	1.180,3	1.180,3	1.155,9	1.155,9	1.040,0
3-Pentanone	96-22-0	324,4	246,6	246,6	263,0	263,0	242,9
Methylsobutyl Ketone	108-10-1	1.408,6	1.146,1	1.146,1	1.099,9	1.099,9	1.137,0
2-Pentanone, 3-methyl-	565-61-7	2.303,3	113,6	113,6	1.028,4	1.028,4	257,0
3-Pentanone, 2,4-dimethyl-	565-80-0	1.912,7	1.817,8	1.817,8	2.006,7	2.006,7	1.765,5
4-Heptanone	123-19-3	126,4	-	-	72,6	72,6	97,0
Bicyclo[2.2.2]oct-5-en-2-one	2220-40-8	1.178,5	1.069,7	1.069,7	1.187,7	1.187,7	1.122,2
2-Heptanone	110-43-0	622,9	475,2	475,2	456,4	456,4	489,7
3-Pentanone, 2,4-dimethyl-	565-80-0	-	-	-	-	-	-
4,6-Heptadien-3-one	29743-27-9	346,2	-	-	-	-	-
Acetophenone	98-86-2	-	-	-	-	-	81,2
4-Acetyl-1-methylcyclohexene	6090-09-1	293,0	272,0	272,0	57,4	57,4	115,9
Dihydroumbellulone	2506-61-8	932,1	750,0	750,0	423,6	423,6	709,2
Isomenthone	491-07-6	991,5	1.100,5	1.100,5	659,7	659,7	715,5
Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	122-00-9	872,2	955,5	955,5	646,0	646,0	749,8
Cyclohexanone, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	59471-80-6	237,2	367,1	367,1	168,9	168,9	178,0
Carvone	99-49-0	338,5	222,4	222,4	100,2	100,2	168,6
C10H18O		284,0	-	-	-	-	200,1
Total (µg/m³) cetonas	32.988,9	24.814,5	24.814,5	29.120,7	29.120,7	26.701,6	
% eficacia de eliminación		24,8					8,3
% eficacia de eliminación global							19,1
Mercaptans							
Methanethiol	74-93-1	4.966,2	3.872,6	3.872,6	3.579,6	3.579,6	2.436,5
2-Propanethiol	75-33-2	907,5	675,3	675,3	799,1	799,1	550,8
Propylmercaptan	107-03-9	2.108,4	1.491,9	1.491,9	1.431,6	1.431,6	1.784,8
2-Butanethiol	513-53-1	3.227,9	2.837,2	2.837,2	2.054,8	2.054,8	2.037,8
1-Pantanethiol	110-66-7	4,1	1,3	1,3	0,9	0,9	0,8
Total (µg/m³) mercaptanos	11.214,0	8.878,4	8.878,4	7.866,1	7.866,1	6.810,7	
% eficacia de eliminación		20,8			11,4		13,4
% eficacia de eliminación global							39,3
Nitrogen-containing compounds							
Acetonitrile	75-05-8	104,6	60,6	60,6	101,2	101,2	132,8
Formamide, N,N-dimethyl-	68-12-2	-	-	-	-	-	-
Propane, 2-nitro-	79-46-9	-	-	-	-	-	-
Pyrrolidine, 3-methyl-	34375-89-8	2.005,1	1.007,0	1.007,0	2.299,1	2.299,1	1.134,9
2,4(1H,3H)-Pyrimidinedione, 1,3-dimethyl-	874-14-6	1.180,0	-	-	-	-	777,8
Total (µg/m³) compuestos nitrogenados	3.289,6	1.067,5	1.067,5	2.400,3	2.400,3	2.045,5	
% eficacia de eliminación		67,5					14,8
% eficacia de eliminación global							37,8
Organic Acids							
Acetic acid	64-19-7	667,3	639,2	639,2	752,1	752,1	516,8
Propanoic acid	79-09-4	71,1	50,5	50,5	-	-	-
Propanoic acid, 2-methyl-	79-31-2	-	-	-	-	-	-
Butanoic acid	107-92-6	5,9	460,5	460,5	38,9	38,9	1,6
Butanoic acid, 3-methyl-	503-74-2	27,1	849,8	849,8	348,4	348,4	27,5
Butanoic acid, 2-methyl-	116-53-0	-	-	-	-	-	-
Pentanoic acid	109-52-4	794,6	551,3	551,3	236,4	236,4	718,1
Hexanoic acid	142-62-1	583,4	573,0	573,0	214,8	214,8	386,9
1,2-Benzenedicarboxylic acid	88-99-3	14,7	43,2	43,2	13,0	13,0	12,5
Total (µg/m³) ácidos orgánicos	2.164,1	3.167,5	3.167,5	1.603,6	1.603,6	1.663,5	
% eficacia de eliminación				49,4			-
% eficacia de eliminación global							23,1



		Scrubber entrada	Scrubber salida	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo entrada	Filtro C. activo salida
Compound	CAS No.	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
Sulfur-containing compounds							
Dimethylsulfide	75-18-3	1.357,4	762,7	762,7	1.616,6	1.616,6	1.018,1
Thiirane, methyl-	1072-43-1	63,7	46,2	46,2	-	-	25,4
Thiophene	110-02-1	175,3	1.352,6	1.352,6	155,1	155,1	135,2
Methylthiolacetate	1534-08-3	15,1	10,0	10,0	7,2	7,2	11,2
Propane, 1-(methylthio)-	3877-15-4	2.130,9	1.108,5	1.108,5	1.824,4	1.824,4	1.775,4
Disulfide, dimethyl	624-92-0	2.190,4	3.105,2	3.105,2	2.451,2	2.451,2	1.637,4
Thiophene, 2-methyl-	554-14-3	658,8	548,2	548,2	589,9	589,9	587,3
Thiophene, 3-methyl-	616-44-4	1.394,5	1.104,5	1.104,5	1.249,9	1.249,9	1.341,7
Thiophene, tetrahydro-	110-01-0	3,2	3,1	3,1	2,6	2,6	2,6
Disulfide, methylpropyl	2179-60-4	150,1	246,9	246,9	251,7	251,7	202,3
Dimethyltrisulfide	3658-80-8	58,1	96,8	96,8	78,8	78,8	51,7
Disulfide, dipropyl	629-19-6	1.999,5	2.009,5	2.009,5	1.362,2	1.362,2	1.606,4
2-(Isopropylidisulfanyl)butane	67421-86-7	2.842,7	3.132,7	3.132,7	2.149,4	2.149,4	2.753,4
Disulfide, bis(1-methylpropyl)	5943-30-6	646,1	936,9	936,9	773,5	773,5	814,5
Trisulfide, dipropyl	6028-61-1	1.097,0	845,7	845,7	608,5	608,5	511,8
2-Benzothiophene, 1,3-dihydro-5,6-	54862-64-5	219,0	-	-	-	-	54,5
Benz[b]thiophene, 2,7-dimethyl-	16587-40-9	808,3	1.256,5	1.256,5	-	-	671,5
Total (µg/m³) compuestos sulfurados	15.810,2	16.565,9	16.565,9	13.121,0	13.121,0	13.200,5	
% eficacia de eliminación				20,8			
% eficacia de eliminación global							16,5
Terpenes							
2-Bornene	464-17-5	1.196,0	1.065,4	1.065,4	1.227,5	1.227,5	1.368,9
(-)-Citronellene	10281-56-8	1.082,3	2.497,8	2.497,8	423,2	423,2	2.125,8
α-Pinene	80-56-8	6.646,7	5.601,6	5.601,6	5.749,4	5.749,4	5.759,5
Norbornane, 2,2-dimethyl-5-methylene-	497-32-5	742,4	-	-	511,6	511,6	636,6
α-Fenchene	471-84-1	758,1	-	-	840,8	840,8	971,3
Camphepane	79-92-5	11.519,0	-	-	12.531,4	12.531,4	11.386,8
p-Menth-3-ene	500-00-5	7.176,8	6.829,7	6.829,7	5.544,9	5.544,9	4.975,2
β-Myrcene/β-Pinene	123-35-3/127-91-3	2.456,6	2.507,1	2.507,1	2.309,3	2.309,3	2.564,0
3-Carene	13466-78-9	2.507,6	1.900,9	1.900,9	6.567,4	6.567,4	2.744,1
α-Terpinene	99-86-5	6.216,2	6.111,2	6.111,2	6.205,6	6.205,6	7.037,3
(+)-p-Menth-1-ene	1195-31-9	3.834,0	4.232,0	4.232,0	4.218,0	4.218,0	3.931,2
D-Limonene	5989-27-5	26.751,9	27.331,7	27.331,7	29.363,2	29.363,2	31.027,1
mo-Cymene	527-84-4/535-77-3	22.394,1	24.740,4	24.740,4	21.680,1	21.680,1	22.891,4
Eucalyptol	470-82-6	1.567,2	1.684,8	1.684,8	1.651,2	1.651,2	1.808,5
t-Terpine	99-85-4	7.678,5	8.144,8	8.144,8	8.233,4	8.233,4	6.375,5
2-Bornene	464-17-5	14.293,5	13.361,1	13.361,1	16.934,2	16.934,2	13.985,8
p-Cymenene	1195-32-0	9.651,4	10.476,0	10.476,0	10.649,0	10.649,0	9.510,6
1,3,8-p-Menthatriene	18368-95-1	1.036,4	1.019,2	1.019,2	494,3	494,3	649,5
Camphor	76-22-2	469,2	504,5	504,5	268,3	268,3	333,6
Isoborneol	124-76-5	29,4	43,7	43,7	-	-	188,2
C10H14		968,7	943,5	943,5	472,8	472,8	617,8
ΣC10H16		15.283,8	5.285,6	5.285,6	14.242,4	14.242,4	8.090,2
C10H18		245,8	224,6	224,6	196,7	196,7	215,7
ΣC15H24		103,8	103,9	103,9	163,4	163,4	60,5
Total (µg/m³) terpenos	144.609,5	124.609,5	124.609,5	150.478,1	150.478,1	139.255,0	
% eficacia de eliminación		13,8					7,5
% eficacia de eliminación global							3,7
Heterogroups							
Furazan, dimethyl-	4975-21-7	95,9	144,0	144,0	145,7	145,7	24,5
4(1H)-Pyridone	108-96-3	93,6	-	-	-	-	78,0
Ethanone, 1-(2-pyridinyl)-	1122-62-9	-	-	-	71,5	71,5	-
Total (µg/m³) heterogrupos	189,5	144,0	144,0	217,2	217,2	102,5	
% eficacia de eliminación		24,0					52,8
% eficacia de eliminación global							45,9
Not classified							
ΣUnknown		715,0	3.583,0	3.583,0	1.511,6	1.511,6	285,1
Total (µg/m³) compuestos no identificados	715,0	3.583,0	3.583,0	1.511,6	1.511,6	285,1	
% eficacia de eliminación		-		57,8			81,1
% eficacia de eliminación global							60,1



A continuación, la Tabla 22 presenta los porcentajes de familias de compuestos (alcoholes, aldehídos, hidrocarburos alifáticos, aminas, alcoholes aromáticos, compuestos aromáticos, hidrocarburos cílicos, ésteres, éteres, furanos, compuestos halogenados, cetonas, mercaptanos, compuestos nitrogenados, ácidos orgánicos, compuestos azufrados, terpenos y heterogrupos) para cada uno de los efluentes de entrada y salida en las diferentes etapas del tratamiento.

Tabla 22. Porcentaje por grupos en cada etapa de tratamiento de la PTB.

	Scrubber entrada	Scrubber salida	Biof. entrada	Biof.salida	Filtro C. activo entrada	Filtro C. activo salida
Alcohols	0,95%	0,64%	0,64%	0,41%	0,41%	0,49%
Aldehydes	0,97%	0,21%	0,21%	0,98%	0,98%	0,94%
Aliphatic Hydrocarbons	12,84%	9,93%	9,93%	8,97%	8,97%	12,17%
Amines	0,53%	0,00%	0,00%	0,36%	0,36%	0,30%
Aromatic Alcohol	4,78%	4,20%	4,20%	0,91%	0,91%	2,86%
Aromatic compounds	5,32%	4,18%	4,18%	4,56%	4,56%	5,70%
Cyclic Hydrocarbons	1,66%	1,07%	1,07%	1,06%	1,06%	1,64%
Esters	1,12%	0,96%	0,96%	0,93%	0,93%	1,68%
Ethers	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%	0,02%	0,03%
Furans	1,44%	1,37%	1,37%	1,22%	1,22%	1,12%
Halogen-containing compounds	0,45%	0,47%	0,47%	0,62%	0,62%	0,47%
Ketones	10,93%	10,45%	10,45%	11,29%	11,29%	10,20%
Mercaptans	3,72%	3,74%	3,74%	3,05%	3,05%	2,60%
Nitrogen-containing compounds	1,09%	0,45%	0,45%	0,93%	0,93%	0,78%
Organic Acids	0,72%	1,33%	1,33%	0,62%	0,62%	0,64%
Sulfur-containing compounds	5,24%	6,97%	6,97%	5,09%	5,09%	5,04%
Terpenes	47,92%	52,46%	52,46%	58,32%	58,32%	53,19%
Heterogroups	0,06%	0,06%	0,06%	0,08%	0,08%	0,04%
Not classified	0,24%	1,51%	1,51%	0,59%	0,59%	0,11%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

5.3.1 Evaluación de la eficacia de tratamiento de COV's de la PTB

El análisis de la Tabla 20 permite identificar los compuestos más relevantes a nivel de olor así como evaluar la eficacia de las distintas etapas de tratamiento en la PTB. La relación entre el valor OTV y la concentración de cada uno de los compuestos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), permitiría estimar aquellos compuestos o grupos potenciales con mayor relevancia a nivel de olor.

Cabe remarcar que el valor OTV puede variar de unas fuentes a otras, así como existen múltiples compuestos, cuyo valor en la actualidad no está definido. El Grupo Odournet cuenta con valores y referencias asociadas para este parámetro, en relación a los compuestos más susceptibles de generar olores, gracias a bibliografía, trabajos de investigación y experiencia propia.

De esta forma, la familia de los alcoholes presenta concentraciones de entrada de $2.856 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y concentraciones de salida de $1.285 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las eficiencias de las etapas son de 46% (scrubber), 30,4% (biofiltro) y nula para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 55%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con gran relevancia para generar impacto de olor. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,49% (ver Tabla 22).

La familia de los aldehídos presenta concentraciones de entrada de $2.927 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y concentraciones de salida de $2.472 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las eficiencias de las etapas son de 83,3% (scrubber), nula (biofiltro) y 2,2% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 15,6%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que si hay compuestos en este grupo de relevancia para generar olor, por



ejemplo el bencenoacetaldehído o-metilo, el cuminal y el acetaldehído, con concentraciones de salida en filtro de carbon activo de 388 µg/m³, 141 µg/m³ y 348 µg/m³ respectivamente. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,94% (ver Tabla 22).

La familia de los hidrocarburos alifáticos presenta concentraciones de entrada de 38.730 µg/m³ y concentraciones de salida de 31.853 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 39,1% (scrubber), 1,9% (biofiltro) y nula para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 17,8%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV, que no hay compuestos en este grupo de gran relevancia para generar olor. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 12,17% (ver Tabla 22).

El grupo aminas presenta concentraciones de entrada de 1.599 µg/m³ y concentraciones de salida de 782 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 100% (scrubber), 0% (biofiltro) y 15,1% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 51,1%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que si hay compuestos en este grupo con gran relevancia para generar olor, por ejemplo la 1-metil-ethyl hidracina, con concentraciones de salida en filtro de carbón activo de 783 µg/m³. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,3% (ver Tabla 22).

El grupo alcoholes aromáticos presenta concentraciones de entrada de 14.433 µg/m³ y concentraciones de salida de 7.481 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 30,9% (scrubber), 76,5% (biofiltro) y 0% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 48,2%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que el p-cresol puede ser uno de los compuestos relevantes de olor con concentraciones de olor en el rango de 10⁴. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 2,86% (ver Tabla 22).

El grupo compuestos aromáticos presenta concentraciones de entrada de 16.062 µg/m³ y concentraciones de salida de 14.916 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 38,2% (scrubber), 0% (biofiltro) y 0% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 7,1%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con gran relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 5,70% (ver Tabla 22).

El grupo de hidrocarburos cílicos presenta concentraciones de entrada de 5.010 µg/m³ y concentraciones de salida de 4.297 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 49,2% (scrubber), 0% (biofiltro) y 0% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 14,2%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con gran relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 1,64% (ver Tabla 22).

El grupo ésteres y éteres presentan eficiencia global del sistema nula para tratar estos compuestos, en el caso del grupo éteres con relativa lógica ya que ciertos compuestos son inexistentes en el flujo de entrada del sistema. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a las salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 1,60% y 0,03% respectivamente (ver Tabla 22).

El familia de los furanos presenta concentraciones de entrada de 4.349 µg/m³ y concentraciones de salida de 2.935 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 25,4% (scrubber), 2,9% (biofiltro) y 6,9% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es del 32,5%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con gran relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 1,12% (ver Tabla 22).



La familia de los compuestos halogenados, presenta concentraciones de entrada de 1.368 µg/m³ y concentraciones de salida de 1.235 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 18,1% (scrubber), 0% (biofiltro) y 22,8% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 9,7%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con gran relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,47% (ver Tabla 22).

El grupo cetonas, presenta concentraciones de entrada de 32.989 µg/m³ y concentraciones de salida de 26.702 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 24,8% (scrubber), 0% (biofiltro) y 8,3% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 19,1%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que no hay compuestos en este grupo con relevancia de olor. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 10,20% (ver Tabla 22).

El grupo mercaptanos, presenta concentraciones de entrada de 11.214 µg/m³ y concentraciones de salida de 6.811 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 20,8% (scrubber), 11,4% (biofiltro) y 13,4% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 39,3%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV todos los compuestos de esta familia relevantes a la hora de generar olor. El OTV de este grupo oscila de 0,003 a 0,07 y la concentración a la salida del filtro de carbón activo se sitúa entre 0,8 y 2.000 µg/m³. Consecuentemente, este es uno de los grupos principalmente responsable de las altas concentraciones de olor detectadas a la salida del filtro de CA. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 2,60% (ver Tabla 22) y es imprescindible que sean totalmente eliminados con el nuevo sistema de tratamiento a instalar en la PTB.

El grupo compuestos nitrogenados, presenta concentraciones de entrada de 3.290 µg/m³ y concentraciones de salida de 2.045 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 67,5% (scrubber), 0% (biofiltro) y 14,8% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 37,8%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV, que no hay compuestos en este grupo con relevancia importante de olor. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,78% (ver Tabla 22).

El grupo de ácidos orgánicos, presenta concentraciones de entrada de 2.164 µg/m³ y concentraciones de salida de 1.663 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 0% (scrubber), 49,4% (biofiltro) y 0% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 23,1%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV, que si hay compuestos en este grupo con gran relevancia de olor, por ejemplo el ácido pentanoico y el ácido 3-metil butanoico, con concentraciones de salida en filtro de carbón activo de 718 µg/m³ y 27 µg/m³ respectivamente. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es del 0,64% (ver Tabla 22).

El grupo de compuestos azufrados, presenta concentraciones de entrada de 15.810 µg/m³ y concentraciones de salida de 13.200 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 0% (scrubber), 20,8% (biofiltro) y 0% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 16,5%. Se estima por el análisis de concentraciones y valores OTV que el dimetilsulfuro puede ser uno de los compuestos relevantes en el impacto de olor, con concentraciones de salida en filtro de carbón activo del orden de 1.000 µg/m³. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es del 5,04% (ver Tabla 22). Al igual que los mercaptanos, los compuestos azufrados son uno de los principales responsables de las altas concentraciones de olor detectadas a la salida del filtro de CA, y es imprescindible que sean totalmente eliminados con el nuevo sistema de tratamiento a instalar en la PTB.

El grupo de los terpenos, presenta concentraciones de entrada de 144.609 µg/m³ y concentraciones de salida de 139.255 µg/m³. Las eficiencias de las etapas son de 13,8% (scrubber), 0% (biofiltro) y 7,5% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 3,7%. En la actualidad y según la información de la



Tabla 18, aunque se desconocen muchos de los valores de OTV, no se estima que puede ser uno de los grupos susceptibles de generar impacto de olor. Por otra parte el porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es del 53,19% (ver Tabla 22), constituyendo el grupo mayoritario en la composición del efluente de salida.

Finalmente, la familia heterogrupos presenta concentraciones de entrada de 715 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y concentraciones de salida de 285 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las eficiencias de las etapas son de 0% (scrubber), 57,8% (biofiltro) y 81,1% para el filtro de carbón activo. La eficacia global del sistema es de 60,1%. Se desconoce si hay compuestos en este grupo con relevancia de impacto de olor. El porcentaje total de este grupo a la salida del filtro de carbón activo con respecto al total de compuestos es de 0,04% (ver Tabla 22).

5.3.2 Conclusiones sobre la caracterización química de los principales focos de olor mediante GC-TOF

Se caracterizaron 50 muestras mediante GCTOF, representativas de los potenciales focos del Parque Tecnológico. Dichas muestras fueron clasificadas según las diferentes familias: alcoholes, aldehídos, hidrocarburos alifáticos, aminas, alcoholes aromáticos, compuestos aromáticos, hidrocarburos cíclicos, ésteres, éteres, furanos, compuestos halogenados, cetonas, mercaptanos, compuestos nitrogenados, ácidos orgánicos, compuestos sulfurados, terpenos y heterogrupos.

A continuación se presentan las conclusiones de la caracterización de estas muestras agrupadas por focos, así como la correlación de estos valores con la concentraciones obtenidas mediante análisis por olfatometría dinámica.

El foco “*foso de recepción*” presenta concentraciones de COV’s en el rango de 5.513 a 16.892 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde predominan los alcoholes (20-38%), terpenos (22-41%) y ésteres (10-26%) respecto a la composición global. El foco triaje se asocia al olor “*basura fresca*”, las concentraciones de olor medidas en emisión en este foco varían en el rango de 431 a 3.158 ou_E/m^3 .

El foco “*triaje*” presenta concentraciones de COV’s en el rango de 1.600 a 42.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde predominan los alcoholes (20-44%), terpenos (17-35%) y ésteres (14-29%) respecto a la composición global. El foco triaje se asocia al olor “*basura fresca*”, las concentraciones de olor medidas en emisión en este foco varían en el rango de 456 a 2.869 ou_E/m^3 .

El foco “*nave compostaje*” presenta concentraciones de COV’s del orden de 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde predominan los alcoholes (24%), cetonas (20%) y ésteres (19%) respecto a la composición global. Este foco se asocia al olor “*compost*”, las concentraciones de olor medidas en emisión en este foco se sitúan en torno a 20.000 ou_E/m^3 .

Respecto al foco “*biofiltros*”; los biofiltros asociados a procesos de biometanización presentan concentraciones de COV’s en el rango de 3.987 a 8.529 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde predominan los alcoholes (19-21%), terpenos (49-55%, característicos del propio material de relleno) y cetonas (10-19%) respecto a la composición global. Las concentraciones de olor medidas en emisión en este foco varían en el rango de 2.896 a 3.251 ou_E/m^3 ; se estima que un biofiltro funciona correctamente cuando emite concentraciones inferiores a 2.500 ou_E/m^3 .

En relación a los biofiltros que operan en la PCC Las Dehesas compostaje, estos presentan concentraciones de 6.112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fermentación) a 60.380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (maduración). La concentración elevada en el biofiltro de maduración se correlaciona con la concentración de olor medida a la salida del biofiltro (10.321 ou_E/m^3 en b. maduración), valor elevado ya que como se comentó anteriormente se estima que un biofiltro funciona correctamente cuando emite concentraciones inferiores a 2.500 ou_E/m^3 . El valor medido a la salida del biofiltro de fermentación se encuentra dentro de los valores esperados (1.367 ou_E/m^3).



Respecto al biofiltro de la PTB, este presenta concentraciones de COV's de entrada de 237.541 µg/m³, donde predominan los terpenos (58%), cetonas (11%) HC alifáticos (9%) con respecto a la composición global. También están presentes otras 2 familias, compuestos azufrados (5,1%) y mercaptanos (3,5%), los cuales aún en un porcentaje menor, son responsables de generar olor y característicos del foco de olor biogás. La concentración a la salida del biofiltro es 258.020 µg/m³, valor aún superior al de entrada, lo cual indica que el biofiltro no funciona correctamente.

En relación al foco “**vertedero**”, este presenta concentraciones de COV's del rango de **22.000 a 75.000 µg/m³**. Cabe diferenciar que el vertido sin lodos presenta una concentración que se sitúa en un rango inferior (22.000 a 28.600 µg/m³), mientras que el vertido con lodos se sitúa en torno a 75.000 µg/m³. Esto pone de manifiesto el fuerte impacto de verter lodos en el vertedero; estas concentraciones se puede correlacionar con los análisis de concentración de olor; 58.065 ou_E/m³ (sin lodos) y 291.000 ou_E/m³ (con lodos). Este foco se asocia al olor “basura degradada”.

Los grupos predominantes tanto en el vertido con y sin lodos, son los alcoholes, ésteres y terpenos. Por otra parte, cabe mencionar los ácidos orgánicos, presentes en mayor proporción (factor 5) en el vertido con lodos, así como los compuestos azufrados. Ambos grupos son responsables de la elevada concentración de olor determinada.

Por otra parte el biogás procedente de vertedero presenta concentraciones de COV's del orden de 153.000 µg/m³, donde predominan los terpenos (33%), hidrocarburos alifáticos (15%) y cetonas (13%). Este foco se asocia al olor “biogas”. Al igual que se mencionó anteriormente a la salida del biofiltro, también están presentes los compuestos azufrados (7%), los cuales aún en un porcentaje menor, son responsables de generar olor e identificativos del olor biogás. Los azufrados indican el gran potencial de este foco a nivel de olor, poniendo de relevancia la importancia de quemar (con antorchas fijas/móviles) o aprovechar el biogás generado.

En relación al foco **PTB**, se presentan concentraciones de COV's a la salida del filtro de carbon activo del orden de **260.000 µg/m³**, donde predominan los terpenos (53%), cetonas (10%) e hidrocarburos aromáticos (12%). Este foco se asocia al olor “biogas”. Al igual que se mencionó anteriormente a la salida del biofiltro, también están presentes otras 2 familias, compuestos azufrados (5%) y mercaptanos (2,6%), los cuales aún en un porcentaje menor, son responsables de generar olor e identificativos del olor biogás. En especial, se observa la baja eficiencia de tratamiento de aquellos compuestos con OTV bajos; por ejemplo, dentro del grupo de los mercaptanos, el 2 butanotiol (OTV 0,08 µg/m³) y el pentanotiol (0,003 µg/m³), presentan porcentajes de reducción prácticamente nulos.

Una vez resumidos las características de todos los focos, cabe remarcar los altos niveles de concentración en µg/m³, tanto en PTB como en el vertedero, como diferencia significativa con respecto al resto. Así mismo, poner de relevancia especialmente la presencia de mercaptanos y compuestos sulfurados con OTV bajos, los cuales son los responsables de las altas concentraciones de olor caracterizadas en emisión y por tanto con mayor capacidad de generar impacto en recepción.

A continuación la Tabla 23 muestra la relación de los compuestos mayoritarios para los focos anteriormente analizados (fosos recepción, triaje, nave compostaje, biofiltros, biofiltro PTB, biogás vertedero, PTB).

Tabla 23. Grupos mayoritarios según focos del Parque Tecnológico.



		Grupos mayoritarios (%)		
Foco "fosos recepción"		alcoholes	terpenos	ésteres
% min.	20	22	10	
% max.	38	41	26	
Foco "triaje"		alcoholes	terpenos	ésteres
% min.	20	17	14	
% max.	44	35	29	
Foco "nave compostaje"		alcoholes	cetonas	ésteres
% promedio	24	20	19	
Foco "biofiltros" - biometanización		alcoholes	terpenos	ésteres
% min.	19	49	10	
% max.	21	55	19	
Foco "biofiltro PTB"		cetonas	terpenos	HC alifáticos
% promedio	11	58	9	comp. azufrados
				mercaptanos
				3,5
Foco vertedero (biogás)		cetonas	terpenos	HC alifáticos
% promedio	13	33	15	comp. azufrados
				mercaptanos

Foco PTB		cetonas	terpenos	HC aromáticos
% promedio	10	53	12	comp. azufrados
				mercaptanos
				2,6

A continuación la Figura 54 muestra visualmente la información de la Tabla 23. La Figura 34 muestra los grupos mayoritarios según los focos: fosos de recepción, triaje y biofiltros (biometanización). Los grupos mayoritarios son los ésteres, terpenos y alcoholes en porcentajes mínimos y máximos variables según el foco.



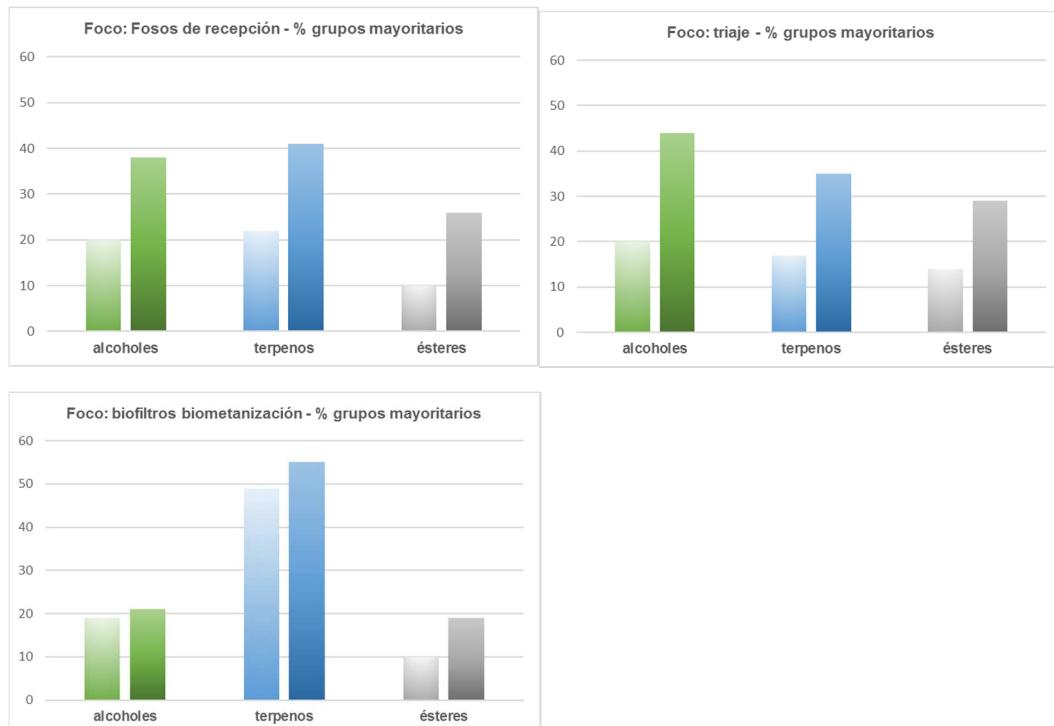


Figura 54. Porcentajes mínimos y máximos de los grupos mayoritarios en los focos fosos de recepción (superior izq.), triaje (superior dcha.) y biofiltros biometanización (inferior izq.).

A continuación la Figura 55 muestra los grupos mayoritarios según los focos nave compostaje, PTB, biofiltro PTB y vertedero (biogás). Esta figura permite comparar los grupos mayoritarios en cada foco así como la diferencia de porcentaje entre ellos. Cabe mencionar que los terpenos están en un porcentaje muy elevado en el biofiltro PTB (58%) y propio foco PTB (53%) por la presencia de madera en los medios de relleno de los biofiltros.

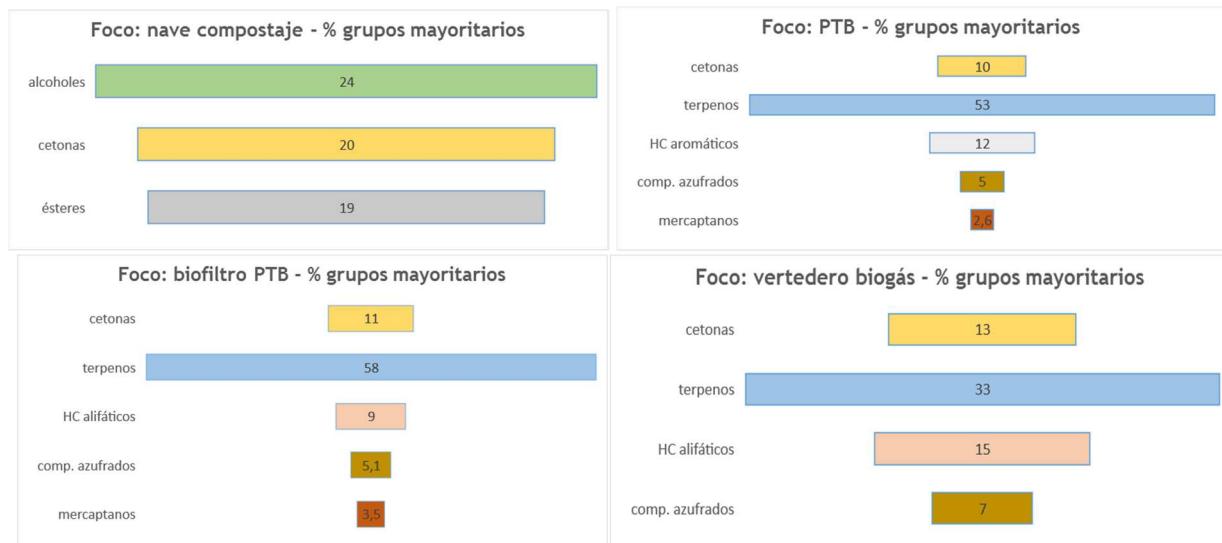


Figura 55. Porcentajes de los grupos mayoritarios en los focos nave de compostaje (superior izq.), PTB (superior dcha.), biofiltro PTB (inferior izq.) y vertedero – biogás (inferior dcha.).



Una vez realizado este análisis, cabe hacer hincapié en que los compuestos responsables de olor, como se ha mencionado a lo largo del análisis de todo el apartado 5.3, habitualmente son minoritarios y siempre se caracterizan por niveles umbrales de olor (OTV) bajos. De esta forma, y como resumen a toda la información anteriormente expuesta, la Tabla 24 resume los grupos potenciales de olor, así como el rango OTV asociado a su grupo según datos biblio y experiencia del Grupo Odournet. Cabe mencionar que la definición y el estudio de estos valores umbrales para muchos compuestos está en permanente estudio con lo cual estos valores se van ampliando, modificando, según estudios e investigaciones asociadas.

Tabla 24. Familiar de interés a nivel de olor, ciertos compuestos de interés y rango OTV de las familias indicadas.

Familias de interés a nivel de olor	Compuestos de interés y rango OTV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del grupo según clasificación Tabla 21
mercaptanos	OTV del grupo oscila de 0,003 a 0,07
compuestos azufrados	OTV del grupo oscila entre 1 y 9
aminas	1-metil-etil hidracina, OTV 14
ácidos orgánicos	3-metil butanoico, OTV del grupo oscila entre 0,1 y 18
alcoholes aromáticos	p-cresol, OTV del grupo oscila entre 0,2 y 22
aldehídos	bencenoacetaldehído o-metilo, el cuminal y el acetaldehído; OTV del grupo oscila entre 1 y 25

5.4 Cromatografía de gases detección GC-IMS

A continuación se presentan los resultados respecto a la caracterización de la composición del aire tanto en emisión como en inmisión.

5.4.1 Caracterización de la composición del aire en focos y propuesta de marcadores moleculares

La Tabla 25 muestra las diferentes localizaciones dentro del Parque Tecnológico, donde se realizó la toma de muestra para la posterior caracterización. Así mismo, se incluye una muestra de la planta EDAR de La Gavia.

Tabla 25. Localizaciones toma de muestra en PTVD

Planta de tratamiento	Sitio de muestreo
Las Lomas	Zona de triaje
	Zona de acopio de materia orgánica
Las Dehesas (Planta de compostaje y de Biometanización)	Zona de vertido de la basura
	Dentro de los túneles de compostaje
	Zona de acopio de digestato
	Biogás antorcha vertedero
Planta de tratamiento de biogás	Planta de tratamiento de biogás
EDAR La Gavia	Sistema de tratamiento primario



A continuación, la Figura 56 a Figura 63 presentan los compuestos identificados en los focos indicados en la Tabla 25.

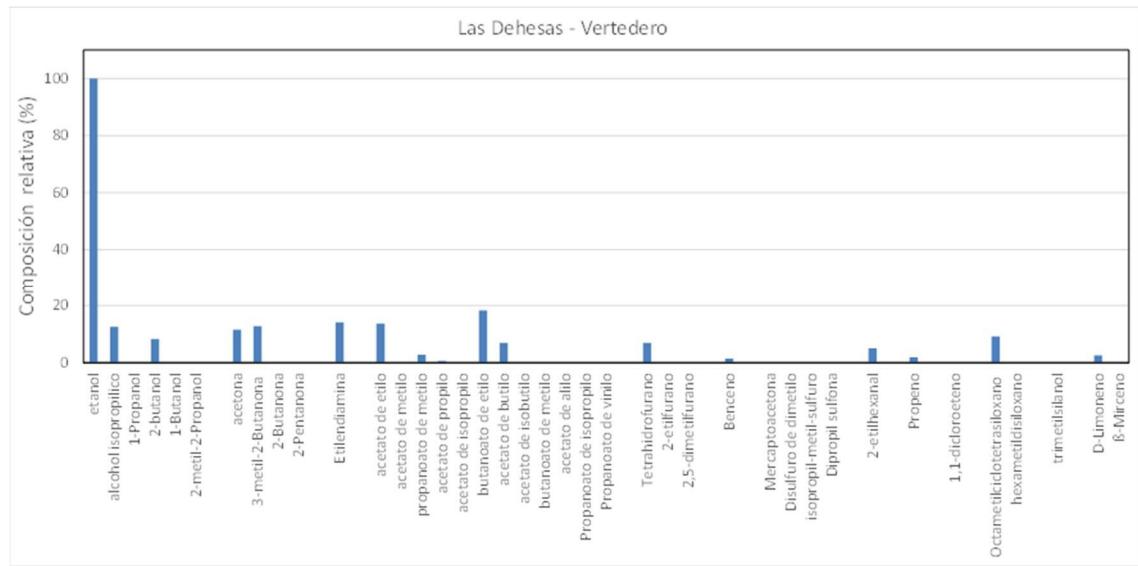


Figura 56. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de aire de vertedero Las Dehesas.

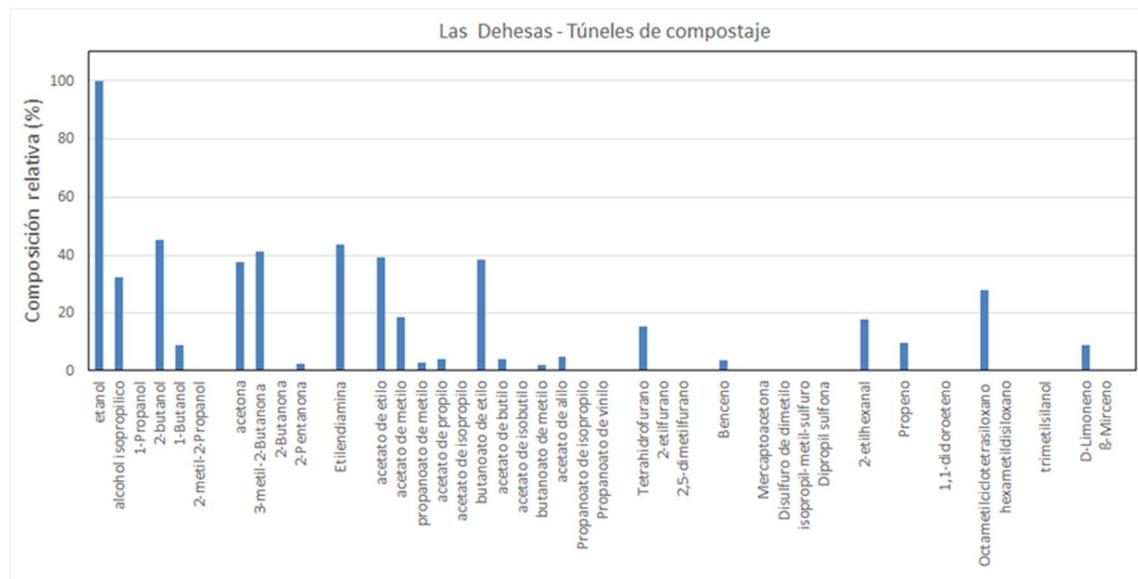


Figura 57. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de aire de túneles de compostaje Las Dehesas.





Figura 58. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de acopio digestato de Las Dehesas.

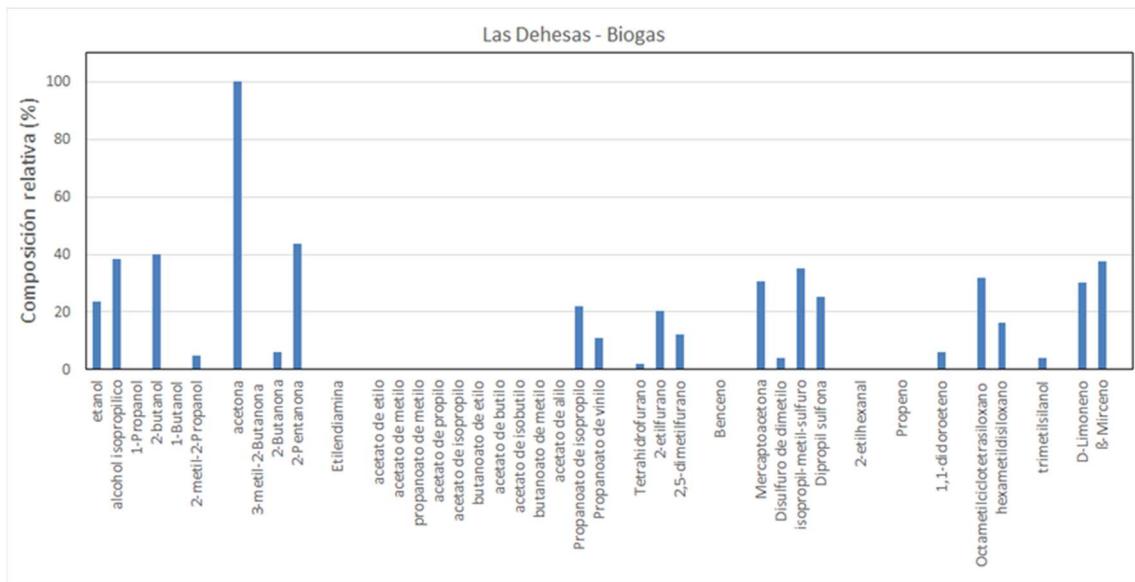


Figura 59. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de biogás procedente del vertedero de Las Dehesas.



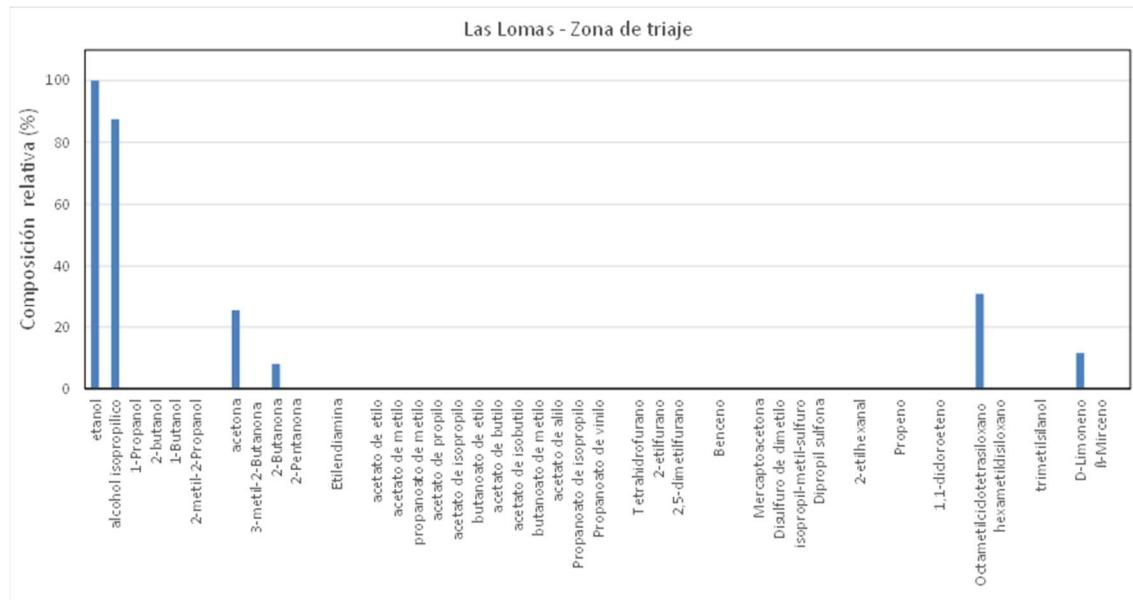


Figura 60. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de zona de triaje de Las Lomas.

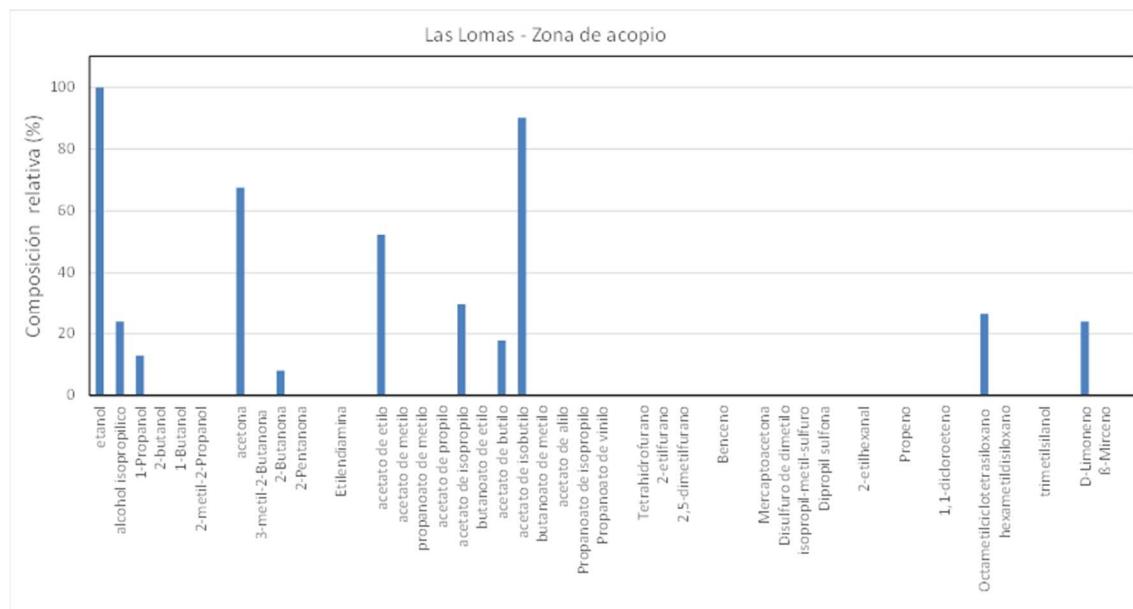


Figura 61. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de zona de acopio de materia orgánica de Las Lomas.



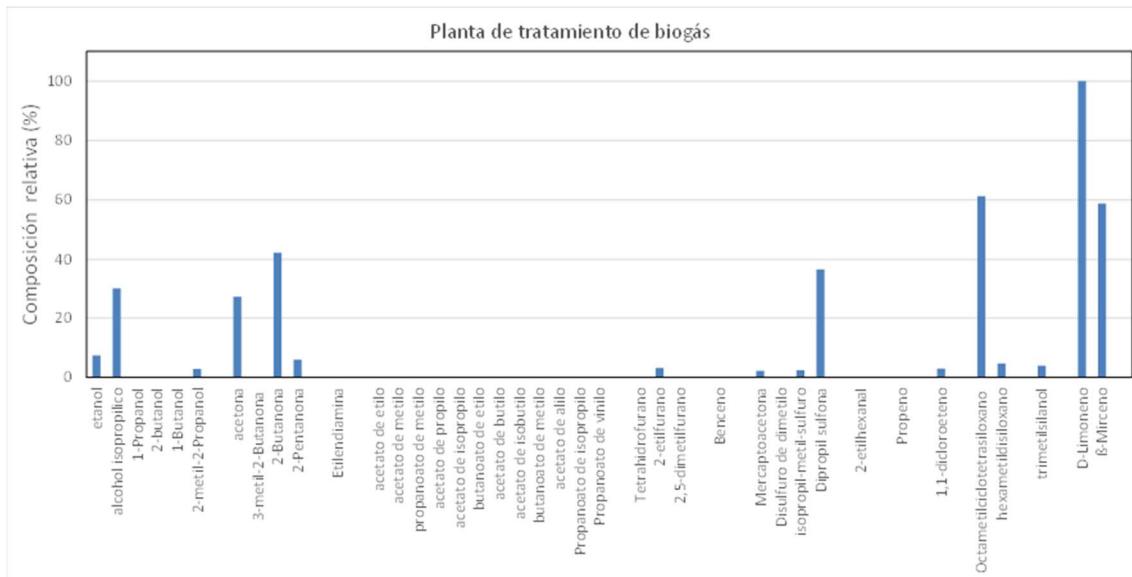


Figura 62. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de planta de tratamiento de biogás.

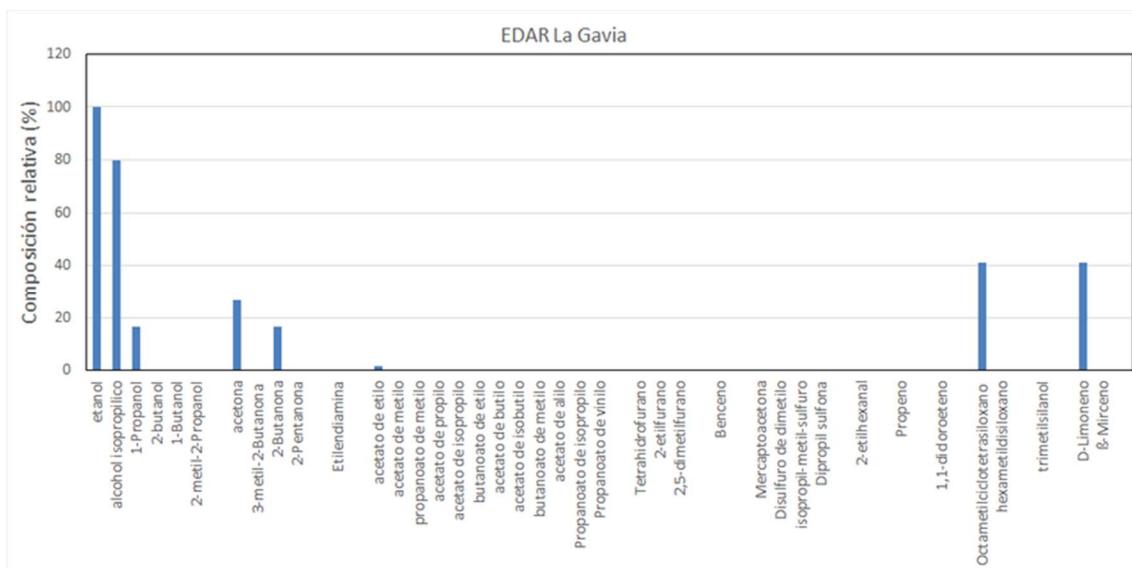


Figura 63. Patrón de composición de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) detectados en las muestras de EDAR La Gavia.

De manera general, los compuestos mayoritarios encontrados en las muestras son el etanol, el alcohol isopropílico, la acetona, el octametilciclotetrasiloxano y el limoneno. Los compuestos encontrados en los focos caracterizados tienen diferente origen. Por ejemplo; los alcoholes, cetonas, aldehídos y ésteres provienen de la degradación aerobia en el proceso de fermentación de la materia orgánica (Gallego y col., 2012). Así mismo, el etanol constituye un intermediario en el proceso inicial de descomposición aerobia de la basura fresca; este suele encontrarse en concentraciones elevadas (Zhao y col., 2015) tal y como se observa en los gráficos; sin embargo cabe remarcar que este compuesto no contribuye a la presencia de olor pues su umbral de detección olfativa (OTV) es muy elevado (Nagata, 2003). Por otra parte, otros de los compuestos detectados, tales como el tetrahidrofurano y el benceno, no tienen su origen en los procesos de descomposición de la basura, sino en su uso como disolventes, como componentes en cosméticos, aromas y



fragancias; así como constituyentes de adhesivos y pinturas e intermediarios en la producción de plásticos (octametilciclotetrasiloxano, hexametildisiloxano, trimetilsilanol, 1,1- dicloroeteno).

Los terpenos, en especial el limoneno, su uso principal es como constituyente de productos de limpieza del hogar, aromatizantes y detergentes, aunque también procede de emisiones producidas a partir de residuos vegetales y de plantas durante el proceso de degradación de la materia orgánica (Gallego y col., 2012). El limoneno es un terpreno de mucha utilidad desde el punto de vista ambiental, ya que es abundante en residuos de origen urbano, y gracias a esto ha sido utilizado como compuesto marcador de origen antropogénico (Rodríguez-Navas, 2012).

Los compuestos azufrados detectados, tales como el disulfuro de dimetilo y la dipropil sulfona, tienen una especial importancia desde el punto de vista olfativo, su origen esta asociado a la fermentación anaerobia de la materia orgánica, aunque también pueden producirse en procesos de compostaje debido a la transferencia deficiente de oxígeno en la pila (Zhang y col., 2014). El hecho de que los compuestos azufrados tengan un umbral de detección olfativo bajo (Nagata, 2003), hace que, aun encontrándose a muy bajas concentraciones, generen un olor intenso. Es importante destacar que en las muestras analizadas, estos compuestos se detectaron solamente en las muestras de biogás, por lo que puede utilizarse su presencia en el aire para identificar emisiones generadas por este tipo de foco.

A partir del planteamiento anterior, podría indicarse que los diferentes grupos de compuestos que hemos detectado e identificado mediante el GC-IMS en las distintas muestras gaseosas, están asociados a los procesos de tratamiento de los residuales sólidos que se llevan a cabo en el Parque Tecnológico. Sin embargo, también es importante desde el punto de vista práctico, evaluar las semejanzas y diferencias de composición que se presentan entre las muestras de aire tomadas en diferentes focos. Este análisis podría permitir identificar moléculas que sirvan como marcadores específicos de potenciales focos de impacto odorífero. A continuación se definen dos tipos de marcadores:

- El marcador tipo I, se define como las moléculas que son comunes a todos los focos de estudio. Estos marcadores pueden ser útiles para demostrar que las emisiones que se generan desde la zona de tratamiento de la basura, alcanzan las áreas rurales, urbanas e industriales evaluadas en este trabajo.
- El marcador tipo II, más específico, ya que son las moléculas que permitirán diferenciar ciertos focos de olor (de diferente origen) dentro del Parque.

De esta forma, a partir de la composición de cada foco (Figura 56 a Figura 63), se seleccionaron diferentes moléculas que se utilizaron como marcadores de contaminación (Tabla 26). Así mismo, se indica su OTV (concentración mínima necesaria de cada compuesto para que la nariz humana pueda percibirlo, equivalente a 1 ou_E/m³).

Tabla 26. Marcadores propuestos y sus correspondientes OTV.

Marcador tipo I	OTV (μg/m ³)	Marcador tipo II	OTV (μg/m ³)
Etanol	997	Mercaptoacetona	-
Alcohol isopropílico	65000	Disulfuro de dimetilo	9
Acetona	101500	Isopropil metilsulfuro	-
Limoneno	215	Dipropil sulfona	-
Octametilciclotetrasiloxano	-		

Cabe remarcar que el resto de compuestos no azufrados presentes en las Figuras 56 a 63, no se detectaron en todos los focos mediante análisis por GC-IMS, por tanto, no son útiles como patrón de composición



característico de foco. Debido a lo anterior, estos compuestos no fueron utilizados a la hora de correlacionar los focos del PTVD con las muestras analizadas en inmisión.

Por otro lado, los marcadores tipo I son compuestos característicos de los procesos de tratamiento de residuos urbanos. En específico, el etanol y el limoneno, también han sido recomendados por algunos autores como marcadores de este tipo de contaminación (Zhao y col., 2015; Rodríguez-Navas, 2012). Este tipo de marcador, al ser detectado en el aire de la zona de estudio, no permite diferenciar entre los distintos tipos de focos, pero si confirmar químicamente la presencia de impacto.

Entre los marcadores de tipo II se seleccionaron los compuestos azufrados, (con los menores valores de OTV, y por tanto más relevantes a nivel de impacto de olores), los cuales se detectaron solamente en las muestras de biogás. Estos marcadores serían potencialmente útiles para identificar el impacto odorífero en el área de inmisión, con origen en el vertedero de Las Dehesas o la PTB. En este sentido, mediante estos marcadores de tipo II se planteó la posibilidad de diferenciar químicamente en inmisión los olores a biogás del resto de focos procedentes del Parque (olores a basura, compostaje, etc.).

5.4.2 Evaluación del potencial de detección del GC-IMS en inmisión

Una vez seleccionados los marcadores, la siguiente etapa consiste en evaluar la capacidad del GC-IMS para detectar estos compuestos en inmisión. Es importante llevar a cabo esta evaluación ya que los niveles de concentración de los compuestos de interés en inmisión se reducen notablemente respecto a los de emisión debido a procesos de dilución.

Es de especial importancia mencionar que el GC-IMS permite medir a tiempo real concentraciones 100 veces menor que los equipos de monitoreo convencionales (sensors electroquímicos, PID, FID, etc.). No obstante, el rango de detección del GC-IMS es a nivel de ppb, con lo cual las moléculas presentes a niveles inferiores (ppt) no son detectables (aunque sí detectable a nivel de olor en algunos casos).

Por otra parte, se debe considerar que los compuestos marcadores podrían sufrir reacciones químicas al interactuar con los compuestos oxidantes/reductores presentes en la atmósfera, lo cual implicaría reducción de los niveles de concentración.

A continuación la Tabla 27 indica los diferentes tipos de muestras de aire utilizadas para evaluar el potencial del GC-IMS en condiciones de inmisión.

Tabla 27. Zona de muestreo y tipo de olor.



Zona de muestreo	Tipo de olor	nº de muestras analizadas	Fecha	Hora	Procedencia del viento
URBANA	Blanco (sin olor)	1	11/09/2015	22:16	NO
		2	11/10/2015	20:52	NO
		3	11/10/2015	20:59	NO
		4	18/11/2015	23:21	NO
		5	18/11/2015	23:41	NO
		6	18/11/2015	23:58	NO
		7	03/01/2016	11:26	NO
		8	03/01/2016	11:45	NO
		9	03/03/2016	09:10	NE
		10	03/03/2016	09:29	NE
		11	03/03/2016	09:36	NE
	Biogás	1	16/11/2015	23:25	S
		2	16/11/2015	23:29	S
		3	17/11/2015	14:16	S
		4	17/11/2015	14:21	S
		5	25/11/2015	03:31	S
		6	25/11/2015	03:44	S
		7	25/11/2015	03:52	S
		8	31/03/2016	09:57	SE
		9	23/03/2016	09:51	SE
		10	23/03/2016	10:27	SE
		11	16/04/2016	08:50	S-SE
		12	16/04/2016	08:59	S-SE
		13	16/04/2016	09:54	S
		14	16/04/2016	10:02	S
		15	16/04/2016	10:12	S
		16	16/04/2016	10:55	S
		17	16/04/2016	11:02	S
	Basura fresca	1	29/10/2015	12:05	SE
		2	23/03/2016	09:51	SE
		3	23/03/2016	10:27	SE
		4	23/03/2016	11:07	SE
	Compostaje	1	31/10/2015	09:06	SE
		2	31/10/2015	09:14	SE
	EDAR's	-	-	-	-

(continuación Tabla 27)



Zona de muestreo	Tipo de olor	nº de muestra	Fecha	Hora	Procedencia del viento
RURAL	Blanco	1	31/3/2016	09:06	SO
		2	31/3/2016	09:57	SO
		3	04/12/2016	12:00	SO
		4	04/12/2016	12:08	SO
		5	04/12/2016	12:55	SO
		6	04/12/2016	13:32	SO
	Biogás	1	04/01/2016	08:05	N
		2	04/01/2016	08:14	N
		3	04/01/2016	08:22	N
		4	04/01/2016	08:29	N
		5	04/01/2016	08:50	N
		6	04/01/2016	08:56	N
		7	04/01/2016	09:06	N
		8	04/01/2016	09:15	N
		9	03/12/2016	18:59	N
		10	31/3/2016	14:43	N
		11	31/3/2016	14:50	N
		12	31/3/2016	15:04	N
		13	31/3/2016	15:14	N
		14	31/3/2016	15:20	N
		15	31/3/2016	15:30	N
INDUSTRIAL	Basura fresca	-	-	-	-
	Compostaje	-	-	-	-
	EDAR's	1	03/03/2016	10:14	E
		2	03/03/2016	11:54	E
		3	03/03/2016	12:14	E
	Blanco	1	22/3/2016	20:12	NO
		2	22/3/2016	20:28	NO
		3	22/3/2016	20:58	NO
	Biogás	1	11/09/2015	22:59	S-SO
		2	16/11/2015	22:33	S-SO
		3	25/11/2015	12:25	O-SO
		4	25/11/2015	13:21	O-SO
		5	25/11/2015	14:42	O-SO
		6	03/04/2016	10:44	O-SO
		7	03/04/2016	10:46	O-SO
		8	03/04/2016	10:57	O-SO
		9	03/04/2016	11:04	O-SO

(continuación Tabla 27)



Zona de muestreo	Tipo de olor	nº de muestra	Fecha	Hora	Procedencia del viento
INDUSTRIAL	Biogás	10	03/04/2016	11:13	O-SO
		11	03/04/2016	11:20	O-SO
		12	03/04/2016	11:21	O-SO
		13	03/04/2016	11:23	O-SO
		14	03/04/2016	13:18	O-SO
		15	03/04/2016	13:27	O-SO
		16	03/04/2016	13:47	SE
		17	03/04/2016	13:55	SE
		18	03/04/2016	14:28	SE
	Basura fresca	1	29/10/2015	15:10	S-SO
		2	30/10/2015	11:41	S-SO
		3	30/10/2015	12:15	S-SO
		4	11/09/2015	22:59	S-SO
		5	11/10/2015	20:04	S-SO
		6	11/10/2015	20:10	S-SO
		7	11/10/2015	20:17	S-SO
		8	11/10/2015	20:25	S-SO
		9	16/11/2015	19:44	S-SO
		10	16/11/2015	19:50	S-SO
		11	16/11/2015	20:10	S-SO
		12	16/11/2015	21:18	S-SO
		13	17/11/2015	12:44	S-SO
	Compostaje	14	17/11/2015	13:14	S-SO
		15	17/11/2015	13:26	S-SO
		16	18/11/2015	23:03	S-SO
		17	03/04/2016	12:34	S-SO
		18	03/04/2016	12:35	S-SO
		19	03/04/2016	12:41	S-SO
		20	03/04/2016	12:44	S-SO
		21	03/04/2016	11:48	S-SO

(continuación Tabla 27)



Zona de muestreo	Tipo de olor	nº de muestra	Fecha	Hora	Procedencia del viento
INDUSTRIAL	EDAR's	1	26/11/2015	16:38	E
		2	26/11/2015	16:41	E
		3	26/11/2015	16:46	E
		4	26/11/2015	16:50	E
		5	26/11/2015	16:52	E

Para la toma de muestra, el criterio principal fue la dirección del viento. De esta forma, para los blancos, se seleccionaron localizaciones opuestas a la dirección del viento, con el objeto de no percibir impacto procedente del Parque Tecnológico.

Por otra parte, el número total de muestras de aire analizadas con presencia notable de olor se muestran en la Tabla 27. En algunos casos, no se detectaron ciertos olores; por ejemplo, olor a aguas residuales (procedentes EDAR) en zonas urbanas. Así mismo, no se detectó el olor a basura fresca ni compostaje en zonas rurales. El número total de muestras analizadas en el estudio asciende a un total de 113, siendo siempre más de 3 muestras por cada tipo de olor y zona de muestreo.

En la Figura 64 se muestran dos cromatogramas representativos de los resultados obtenidos en este estudio. El primero corresponde a una muestra blanco y el segundo a una muestra de aire donde se percibía olor a biogás. La figura 64A, muestra blancos sin la presencia de compuestos que puedan producir interferencia en el análisis. A su vez, la Figura 64B, la cual corresponde a aire con olor a biogás, muestra compuestos definidos. Entre los diferentes compuestos marcadores que se pretendían detectar en condiciones de inmisión, solamente se detectaron los marcadores de tipo I: etanol, alcohol isopropílico y acetona. Como mencionamos anteriormente, estos compuestos derivan de la degradación de la materia orgánica, su presencia en el aire se ha reportado a concentraciones elevadas y es muy característica de sitios de tratamiento de residuales sólidos urbanos (Fang y col., 2012; Gallego y col., 2012; Zhao y col., 2015).

En relación a los marcadores de tipo II, estos no se lograron detectar con el GC-IMS en ninguna de las muestras analizadas, sin embargo es importante destacar que si se podían detectar sensorialmente. Este hecho puede deberse a que los compuestos se encuentran en el aire de áreas alejadas de los focos de emisión, a concentraciones muy bajas (inferiores a ppb), con lo cual no son detectables por el GC-IMS (aunque si pueden ser percibidos por la nariz humana). Esto puede ser una consecuencia no solo de procesos de dilución en el aire, sino de su degradación química.

Existen diferentes estudios publicados que demuestran que los compuestos azufrados pueden ser oxidados, en condiciones fotoquímicas, al reaccionar con radicales OH, combinarse con ozono, óxidos de nitrógeno y otros compuestos, siendo el principal producto de la oxidación los compuestos azufrados volátiles es el SO₂. (Shon y Kim, 2006; Song y col., 2007; Fang y col., 2012).



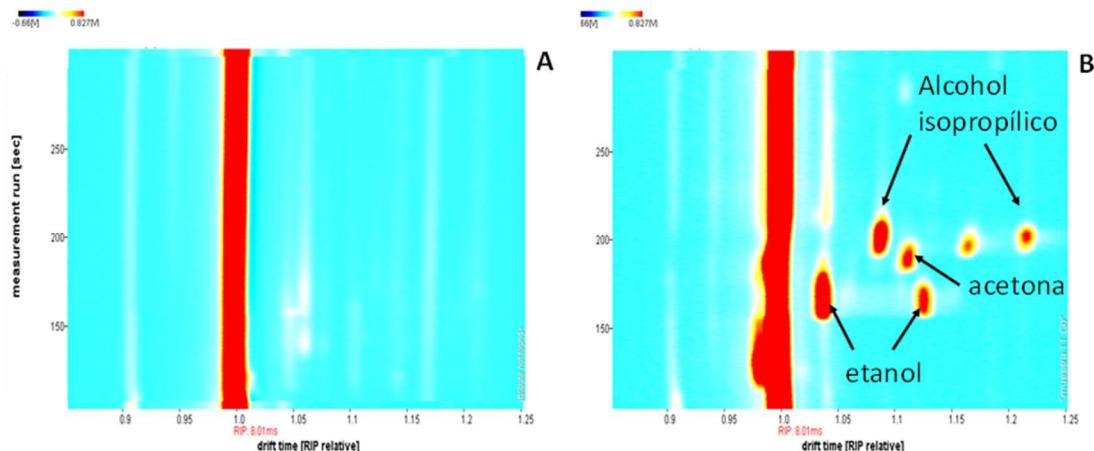


Figura 64. Cromatogramas representativos de dos muestras de aire de inmisión: de izq. a dcha. muestra blanco (A) y muestra de aire con olor a biogás (B).

Para valorar esta hipótesis se procedió a una nueva estrategia de toma de muestras y análisis descrita en el apartado siguiente.

5.4.2.1 *Estrategia para la detección marcadores tipo II - compuestos azufrados mediante preconcentración*

Para verificar si el hecho de no detectar los compuestos azufrados se debe a que se presentan a muy bajas concentraciones (inferiores a ppb) y por tanto no son detectables con el GC-IMS, se procedió a:

- realizar la toma de muestras en las zonas de estudio utilizando un método de preconcentración, con objeto de detectar niveles más bajos de estos compuestos.
- analizar estas muestras con el equipo TD-GC-TOF, con límites de detección de ppt.

El método de muestreo se basó en tomar muestras de aire de un volumen de 10L, utilizando tubos de adsorción conformados por una combinación de los adsorbentes tenax/surficarb; posteriormente estos tubos fueron desorvidos y analizados en el TD-GC-TOF.

Las condiciones de análisis aplicadas con el TD-GC-TOF son las descritas en el apartado 2.7 del método. Es importante destacar que los límites de detección que se pueden alcanzar con el TD-GC-TOF están en el rango de ppt, y siendo así se espera detectar los compuestos azufrados que están presentes en el aire en este rango de concentración.

Cabe destacar que esta estrategia, aunque mejora la capacidad de detectar menores concentraciones de compuestos, no permite hacer una toma de muestra y análisis en tiempo real, como en el caso del GC-IMS.

En este estudio se analizaron 12 muestras de aire, tomadas en diferentes puntos del área de inmisión, detectándose olfatométricamente en prácticamente todas las muestras olor a biogás. Los compuestos que fueron detectados en estas muestras de aire se ilustran en la Tabla 28.



Tabla 28. Compuestos detectados mediante el TD-GC-TOF en 12 muestras de aire en inmisión y su frecuencia de detección (nº de veces detectados respecto al total de muestras).

Compuesto	CAS No.	Frecuencia de detección
Propano	74-98-6	3/12
Propeno	115-07-1	1/12
Cyclopropilmetanol	2516-33-8	3/12
Diclorodifluorometano	75-71-8	2/12
Isobutano	75-28-5	2/12
Acetaldehido	75-07-0	2/12
Acetona	67-64-1	3/12
Alcohol Isopropilico	67-63-0	4/12
Diclorometano	75-09-2	2/12
Acetato de vinilo	108-05-4	3/12
Acetato de etilo	141-78-6	4/12
2-Methyl-1,3-dioxolane	497-26-7	8/12
Benceno	71-43-2	4/12
Metacroleina	78-85-3	2/12
2-Butenal (E)	123-73-9	6/12
1-Butanol	71-36-3	1/12
Butanoato de metilo	623-42-7	1/12
Tolueno	108-88-3	10/12
Octano	111-65-9	1/12
Tetracloroetileno	127-18-4	1/12
Hexanal	66-25-1	1/12
Aziridina	151-56-4	2/12
Acetato de 2-pentanol	626-38-0	1/12
1-propoxi-2-Propanol	1569-01-3	4/12
Etilbenceno	100-41-4	2/12
1,3-dimetil-Benceno	108-38-3	2/12
o-Xileno	95-47-6	4/12
Heptanal	111-71-7	1/12
a-Pineno	80-56-8	1/12
1-etyl-3-metil-Benceno	620-14-4	1/12
1,3,5-Trimetilbenceno	108-67-8	1/12
2,2,4,6,6-pentameil-Heptano	13475-82-6	1/12
nitrosobenceno	586-96-9	1/12
6-metil-5-Hepten-2-ona	110-93-0	6/12
3-Careno	13466-78-9	1/12



Compuesto	CAS No.	Frecuencia de detección
t-Terpineno	99-85-4	1/12
Octanal	124-13-0	3/12
D-Limoneno	5989-27-5	6/12
o-Cimeno	527-84-4	1/12
Eucaliptol	470-82-6	1/12
2-etil-1-Hexanol	104-76-7	1/12
Indano	496-11-7	2/12
2,6-Dimetildecano	13150-81-7	2/12
3,6-dimetil-Decano	17312-53-7	1/12
Acetofenona	98-86-2	1/12
Nonanal	124-19-6	11/12
Dodecano	112-40-3	2/12
5-metil-2-(1-metiletil)-ciclohexanona	10458-14-7	1/12
L-mentol	2216-51-5	1/12
Decanal	112-31-2	10/12
3-Careno	13466-78-9	1/12
Tridecano	629-50-5	2/12
2,2,4,4,6,8,8-heptametil-Nonano	909554	1/12
Acetato de 4-tert-Butilo-ciclohexilo	32210-23-4	1/12
Tetradecano	629-59-4	1/12
6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona	689-67-8	2/12

Tabla 28 bis. Día, hora y procedencia del viento durante la toma de muestras de 12 muestras en inmisión.

Nº muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Procedencia del viento
1	03-04-2016	14:00	S
2	03-04-2016	16:30	S
3	03-05-2016	14:30	NO
4	03-05-2016	15:30	SE
5	23-05-2016	20:07	S-SE
6	23-05-2016	20:35	SE
7	23-05-2016	21:10	SE
8	24-05-2016	14:05	NE
9	24-05-2016	22:00	E
10	24-05-2016	22:30	E
11	24-05-2016	23:00	E
12	24-05-2016	23:50	S



A partir de los resultados obtenidos, se observa que el empleo de un método de concentración, permitió detectar un mayor número de compuestos en aire de inmisión. De los 3 compuestos detectados con el GC-IMS, utilizando el TD-GC-TOF se llegaron a detectar 36 compuestos. Este resultado es lógico, pues con el GC-IMS el aire es analizado directamente en el instrumento sin una etapa previa de concentración, mientras que el TD-GC-TOF al tomarse muestras de 10L de aire, permite concentrar las muestras aproximadamente unas 2000 veces.

El análisis de resultados denota que de los marcadores de tipo I, que fueron previamente determinados por el GC-IMS, el alcohol isopropílico, la acetona y el D-limoneno fueron identificados, sin embargo el etanol no se encontró en ninguna muestra. Esto puede deberse a que este compuesto no sea retenido eficientemente en estos tubos de adsorción.

En cuanto a los marcadores de tipo II, estos no fueron detectados a pesar de la etapa de preconcentración de muestras y posterior análisis con un equipo de mayor sensibilidad.

Es relevante indicar que el umbral de detección olfativa de los compuestos azufrados evaluados es muy bajo (Nagata, 2003), y que la detección olfatométrica puede llegar a ser un detector más sensible para estos compuestos que los propios instrumentos de análisis, incluso habiendo incluido previas etapas de preconcentración.

En este sentido, no fue posible diferenciar químicamente en inmisión el origen de los focos de olor como se pretendía inicialmente con los marcadores de tipo II. Este hecho fue debido a que los únicos marcadores identificados, que permitían realizar esta diferenciación, fueron los compuestos azufrados y éstos resultaron estar presentes en inmisión a concentraciones demasiado bajas para ser detectados por el GC-IMS, aunque aún perceptibles por la nariz humana.

5.4.2.2 Análisis de resultados según marcadores tipo I

En vista a los resultados anteriores, se procedió a determinar el nivel de presencia y concentración de los marcadores de tipo I, previamente identificados en los focos del Parque, en el área de estudio.

Estos compuestos, todos ellos derivados del proceso de degradación biológica de la basura, fueron los siguientes:

- etanol,
- alcohol isopropílico y
- acetona,

De esta forma, se tomaron y analizaron muestras de aire *in situ* en la zona de estudio, determinando estos marcadores con el GC-IMS. El instrumento fue colocado dentro de una furgoneta, adaptada para realizar este tipo de muestreo.

La toma de muestra se realizó con periodicidad establecida, abarcando el horario de la mañana, tarde y noche. A continuación, la Figura 65 ilustra el mapa donde están localizados los puntos de toma de muestra y análisis mediante GC-IMS.

El mapa considera 3 tipos de zonas:



- La zona rural, que corresponde con los puntos de muestreo 1 a 13.
- La zona industrial, que corresponde con los puntos de muestreo 14 a 18, la cual incluye localizaciones ubicadas en la planta de tratamiento de residuales urbanos: Las Lomas, Las Dehesas, La Paloma y la PTB, y zona adyacente de acceso (punto 18).
- La zona urbana, que corresponde a los puntos de muestreo 19 a 41, donde se considera la zona de potencial futura construcción (19 a 23), y zona parcial de la villa de Vallecas y El Ensanche (24 a 41).





Figura 65. Localización de los puntos de muestreo en emisión e inmisión.

Como mencionamos anteriormente, para la toma de muestra el factor principal fue la dirección del viento y la intensidad del olor. De esta forma, cuando el viento procedía del norte las muestras de aire fueron tomadas en la zona rural que abarca los puntos del 1 al 13. Por el contrario, cuando el viento provenía del sur se muestrearon las localizaciones 18 a 41. La toma de las muestras blanco de aire se realizó en lugares localizados en dirección contraria al viento, con la idea de garantizar la ausencia de los contaminantes provenientes de las plantas de tratamiento.

Los resultados de este análisis pueden observarse de manera resumida en las Figura 66, Figura 67 y Figura 68. Dichas figuras ilustran, para cada muestra analizada, los picos cromatográficos correspondientes al etanol, la acetona y el alcohol isopropílico. La detección de estos marcadores en las muestras de aire, demuestra la presencia en la zona de estudio, de las emisiones procedentes de los procesos de tratamiento de la basura del Parque Tecnológico. Para entender estos gráficos es imprescindible comentar que en ellos se representan los picos cromatográficos antes mencionados utilizando una escala de colores. Esta escala de colores tiene el siguiente significado:

- El color rojo corresponde al pico cromatográfico con la señal más intensa (mayor nivel de concentración), mientras que,
- el color amarillo / azul claro corresponde a picos menos intensos (menor nivel de concentración), y a su vez,
- la ausencia de pico en un fondo azul oscuro indica que el compuesto no fue detectado.

Se muestran también blancos de muestra tomados en cada tipo de zona de muestreo.

Para un mejor análisis, los resultados se organizaron por tipo de zona de muestreo:

- La Figura 66 presenta las mediciones realizadas con el GC-IMS en la zona rural (puntos 1 a 13),
- la Figura 67 presenta las muestras tomadas en la zona industrial (puntos 14 a 18) incluyendo las plantas de tratamiento de Las Lomas, Las Dehesas, La Paloma y la PTB, y zona adyacente de acceso (punto 18).
- La Figura 68 presenta los resultados obtenidos en el área urbana de la villa de Vallecas y El Ensanche (puntos 19 a 41).

Los gráficos aportan información acerca de la localización y hora correspondiente a cada muestra.

El análisis de estos gráficos permite visualizar que las muestras de blancos (urbano, industrial, rural), no presentan compuestos interferentes, mientras que el resto de muestras presentan compuestos marcadores como ya mencionamos.

La detección de estos compuestos marcadores mediante el GC-IMS en las muestras de aire tomadas, constituye la confirmación química de la presencia de moléculas derivadas de los procesos que se realizan en el Parque Tecnológico.



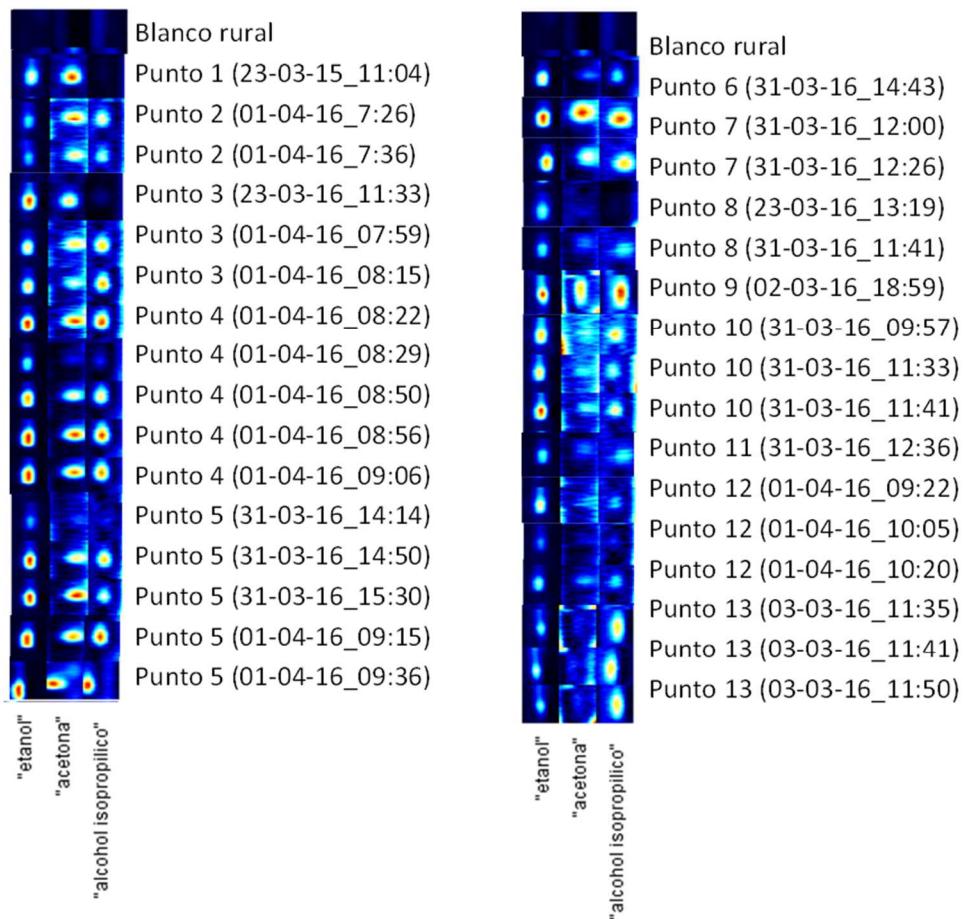


Figura 66. Gráficos bidimensionales de los picos cromatográficos de los marcadores tipo I (etanol, acetona y alcohol isopropílico) en zona rural.



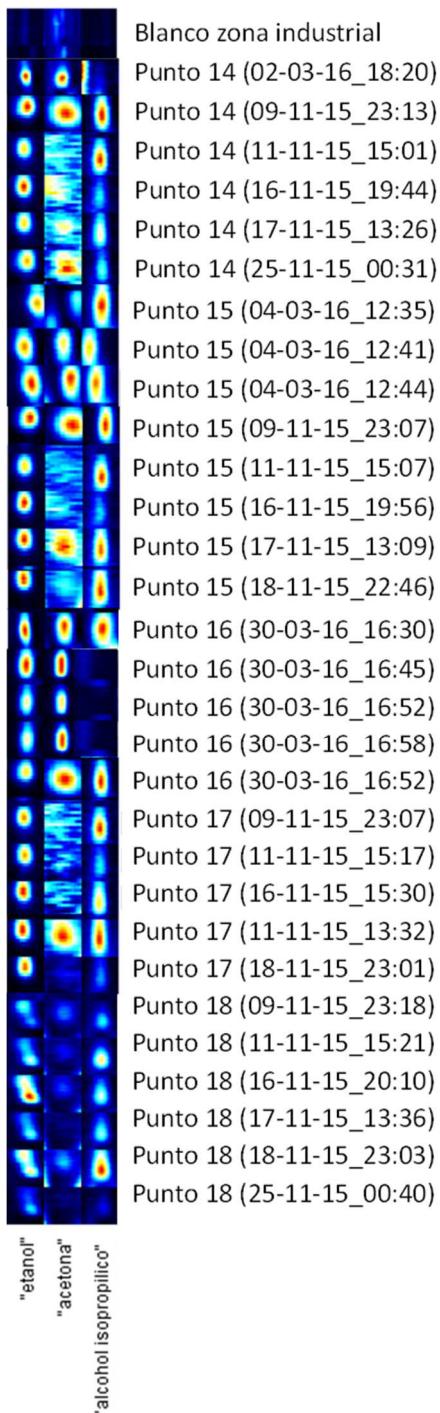


Figura 67. Gráficos bidimensionales de los picos cromatográficos de los marcadores tipo I (etanol, acetona y alcohol isopropílico) en zona industrial.



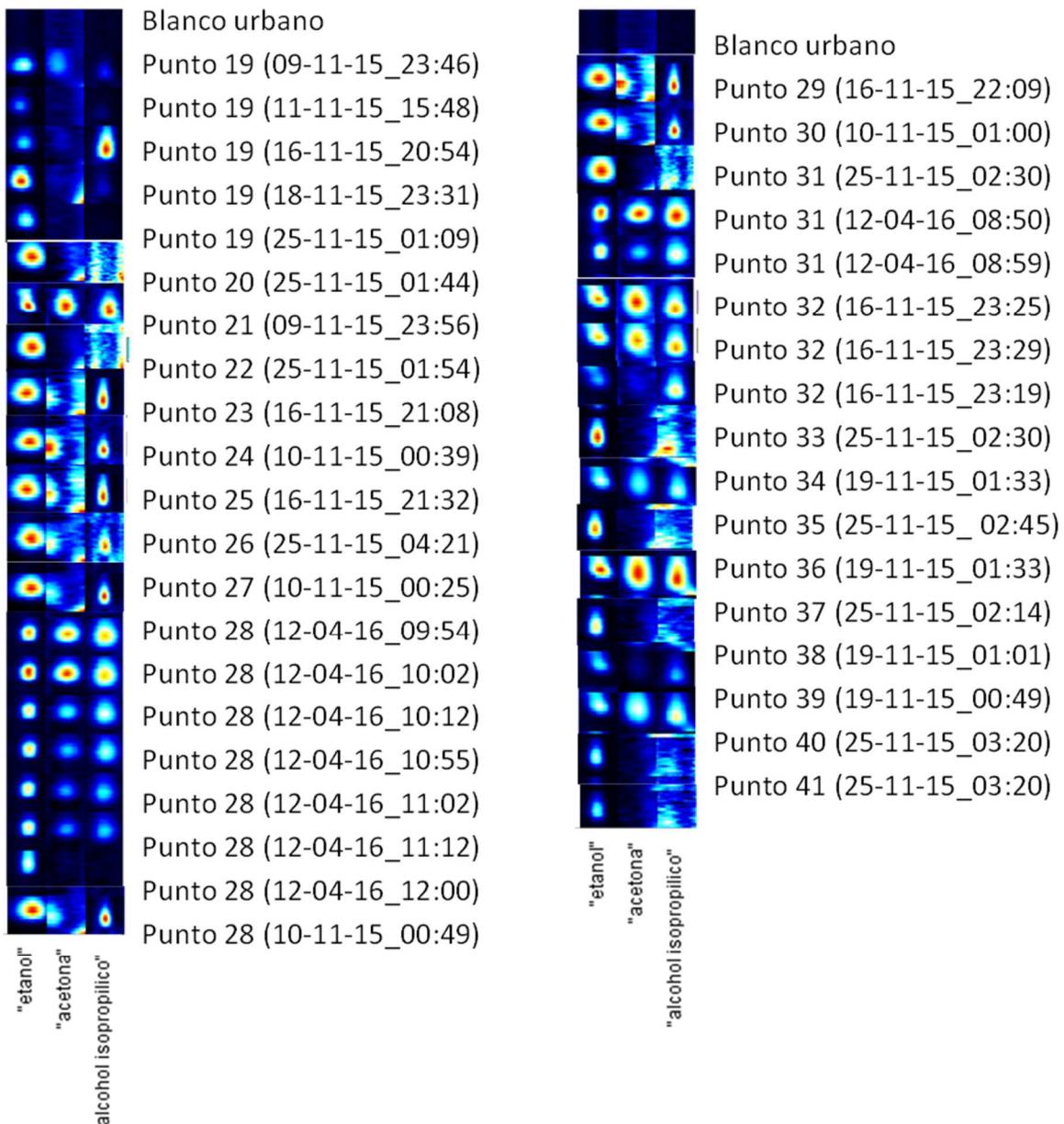


Figura 68. Gráficos bidimensionales de los picos cromatográficos de los marcadores tipo I (etanol, acetona y alcohol isopropílico) en zona urbana.

De esta manera, si se observan los gráficos de la Figura 66, 67 y 68, puede concluirse que los marcadores asociados a los procesos de tratamiento realizados en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, se detectan en parte de la villa de Vallecas y El Ensanche, así como en la zona rural localizada al sur del complejo industrial.

Estas moléculas han sido detectados en el período de noviembre 2015 - abril 2016, así como en toda la franja horaria (mañana, tarde, noche). Estos resultados indican que la presencia de estas moléculas no



está asociada a emisiones puntuales aisladas en el tiempo, sino que se estima forma parte de la operativa general.

5.4.3 Conclusiones

Para la monitorización química a tiempo real se utilizó la tecnología del GC-IMS, que permite medir concentraciones de compuestos del orden de ppbv, es decir, 100 veces menor que los equipos de monitoreo convencionales (sensores electroquímicos, PID, FID, etc.).

Se desarrolló un método de análisis simple y rápido utilizando la GC-IMS, capaz de detectar en emisión cerca de 40 COVs, muchos de ellos responsables de olor, los cuales son característicos de plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Con el método de análisis desarrollado, se realizó un estudio comparativo de la composición de COVs, en muestras de aire tomadas en diferentes focos de emisión del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Este estudio reveló la existencia de diferencias en la composición de COV's entre estos focos, como por ejemplo la presencia exclusiva de compuestos azufrados en las muestras de biogás. Los compuestos mayoritarios encontrados en las muestras de aire tomadas en foco fueron el etanol, el alcohol isopropílico, la acetona, el octametilciclotetrasiloxano y el limoneno.

El GC-IMS fue utilizado para el monitoreo de COVs en aire, in situ en condiciones de inmisión. Se monitorearon áreas rurales, urbanas e industriales ubicadas a cierta distancia del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Esto fue posible incorporando el GC-IMS dentro de una unidad móvil y utilizando un sistema de baterías, con lo cual se logró autonomía suficiente para hacer las mediciones en el área de trabajo.

En el análisis de aire en inmisión, se logró detectar con el GC-IMS solamente 3 compuestos (etanol, acetona y alcohol isopropílico), los cuales proceden del proceso de fermentación de la basura. A través de un estudio complementario utilizando una etapa de pre-concentración y análisis con GC-TOF, se demostró que se podía determinar un mayor número de compuestos (hasta 36) ya que esta etapa permitió concentrar las muestras aproximadamente unas 2000 veces. A pesar de esto, no fue posible identificar los compuestos azufrados, característicos de procesos asociados a biogás, ya que dichos compuestos se encuentran a niveles muy bajos, por debajo del umbral de detección del aparato, tanto del GC-TOF como del GC-IMS.

El limitado número de compuestos detectados por el GC-IMS en condiciones de inmisión, no hizo posible utilizar este instrumento para correlacionar los compuestos detectados en cada muestra de aire tomada en el área de estudio, con los distintos focos de emisión de COVs del Parque Tecnológico. Esto es debido a la dilución de los compuestos desde el foco hasta el área de inmisión así como por el límite de detección del propio instrumento.

Sin embargo, dado el hecho de que los compuestos detectados mediante GC-IMS son característicos de los procesos de tratamiento de residuos sólidos que se llevan a cabo en el Parque Tecnológico, las mediciones realizadas con el GC-IMS si permitieron confirmar que las emisiones provenientes de este complejo industrial llegan a la villa de Vallecas, El Ensanche y las zonas rurales circundantes.

Por otra parte, aunque la metodología GC-IMS no permite detectar compuestos azufrados específicos del foco biogás, la VDI 3940 si permitió identificar el descriptor biogás mediante el panel de expertos y por tanto confirmar que los compuestos azufrados asociados a este foco llegan a la zona de inmisión.



5.5 Modelización (escenario presente)

El modelo se ha ejecutado para predecir el nivel de impacto de olor de las instalaciones del Parque Tecnológico de Valdemingómez y las EDAR's bajo su configuración de proceso actual.

La Tabla 29 presenta las emisiones de olor de cada una de las instalaciones evaluadas y su contribución en porcentaje. Así mismo la Figura 69 presenta un histograma con los porcentajes de contribución a la TE (ouE/s) de cada foco.

Tabla 29. Detalle de las emisiones de olor de las plantas evaluadas en el Parque de Valdemingómez y EDAR's; contribución en porcentaje de cada instalación.

Denominación del foco	Emisión global	Porcentaje emisión
	(ouE/s)	%
PLANTA DE CLASIFICACIÓN - COMPOSTAJE LAS DEHESAS	684.016	7,6%
VERTEDERO DE LAS DEHESAS	4.380.952	48,9%
PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS	141.013	1,6%
PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS	2.866.924	32,0%
PLANTA DE TRATAMIENTO LAS LOMAS	97.085	1,1%
CENTRO DE TRATAMIENTO DE LA PALOMA	116.218	1,3%
PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA	137.534	1,5%
EDAR LA GAVIA	75.870	0,8%
EDAR BUTARQUE	156.880	1,7%
EDAR LA CHINA	184.090	2,1%
EDAR SUR	80.231	0,9%
EDAR SUR ORIENTAL	31.940	0,4%
EDAR VELILLA	15.108	0,2%
EDAR CASA QUEMADA	29.530	0,3%
TOTAL	8.997.391	100,0%



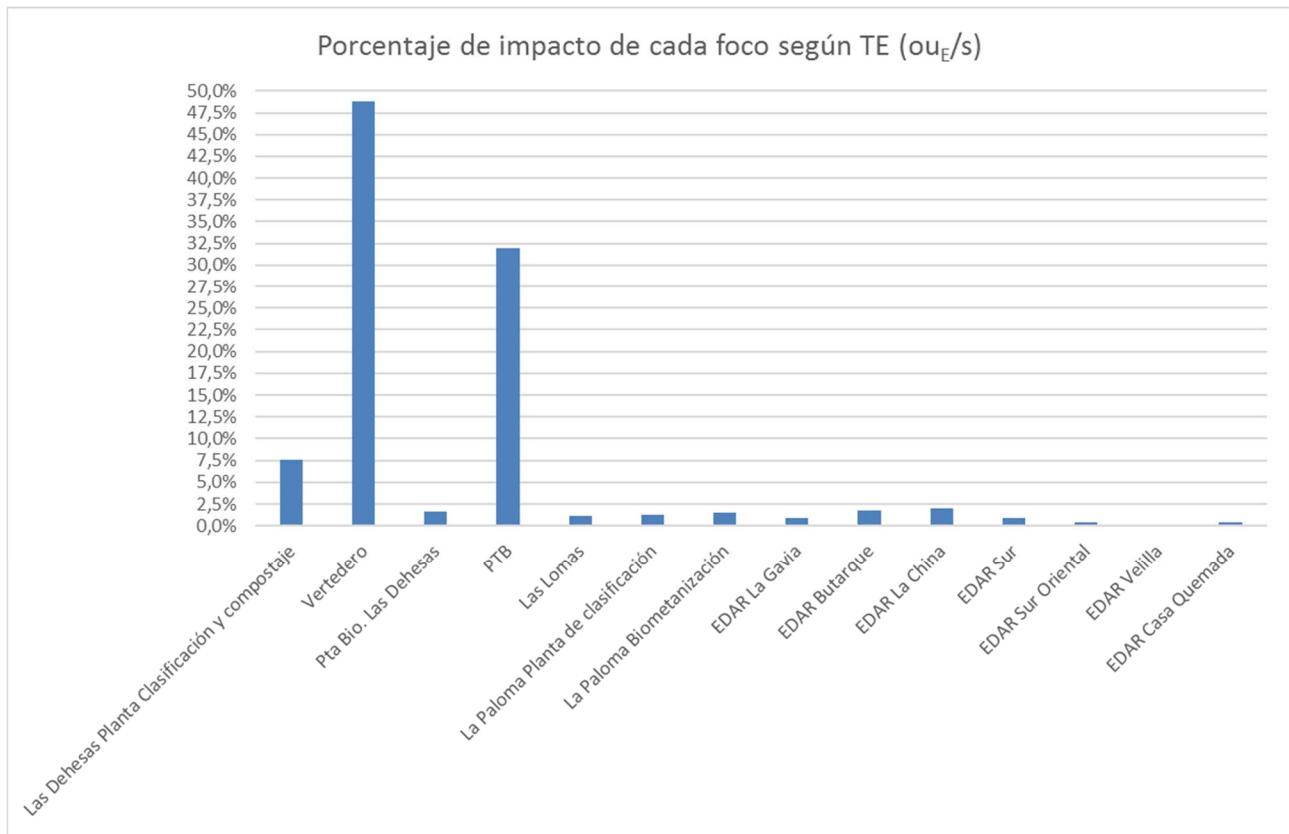


Figura 69. Porcentaje de impacto (TE ou_E/s) de las diferentes plantas en el Parque Tecnológico de Valdemingómez y EDAR's.

Según los resultados obtenidos, la tasa de emisión de olor global de las instalaciones evaluadas es de 8.997.391 ou_E/s. Los focos de olor más significativos de la planta son el vertedero en explotación de Las Dehesas y la Planta de Tratamiento de Biogás, con un porcentaje de impacto de 48,9% y 32% respectivamente. Cabe mencionar que la TE derivada del vertedero es muy significativa, especialmente porque la antorcha no estaba siempre operativa en el momento de la realización del estudio. En el caso de la PTB, su elevada contribución se debe a un incorrecto diseño del sistema que trata el flujo de aire resultante del tratamiento de biogás.

En relación al resto de las plantas, cabe mencionar la Planta de Clasificación y Compostaje de Las Dehesas, con un impacto del 7,6%.

Respecto al resto de los focos, el porcentaje de impacto oscila en el rango de 0,2 al 2,1%. Aunque este porcentaje no es elevado respecto al global, la sección 6 de medidas correctoras analiza las posibilidades de reducción del impacto para cada foco en específico.

5.5.1 Mapa de inmisión de olor obtenido mediante la simulación con Calpuff 3D

El mapa de impacto por olores del Parque Tecnológico de Valdemingómez se presenta en la Figura 70. El mapa ilustra el nivel de inmisión de olor en el año 2015 asociado a la actividad. La isodora de $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, representada por un contorno verde, indica el área donde se puede esperar que se presenten en el 2% de horas anuales, lo cual equivale a un total de 175 horas, promedios de concentraciones horarias más elevadas dentro del área de ese contorno.



La isodora se extiende desde el Parque como máximo a 12,8 km en dirección norte, 12,5 km en dirección oeste, 8,6 en dirección este y 12,3 km en dirección sur. El área de afectación descrita en relación al estudio abarca como principales receptores Berrocales, El Ensanche de Vallecas, Valdecarros, el municipio de Rivas-Vaciamadrid y La Villa de Vallecas; llegando a afectar en el norte parcialmente Coslada y San Blas, al Sur Pinto, al oeste Getafe y al este Vaciamadrid. El resto de zonas afectadas son eminentemente rurales, caminos locales y la autovía M-50.

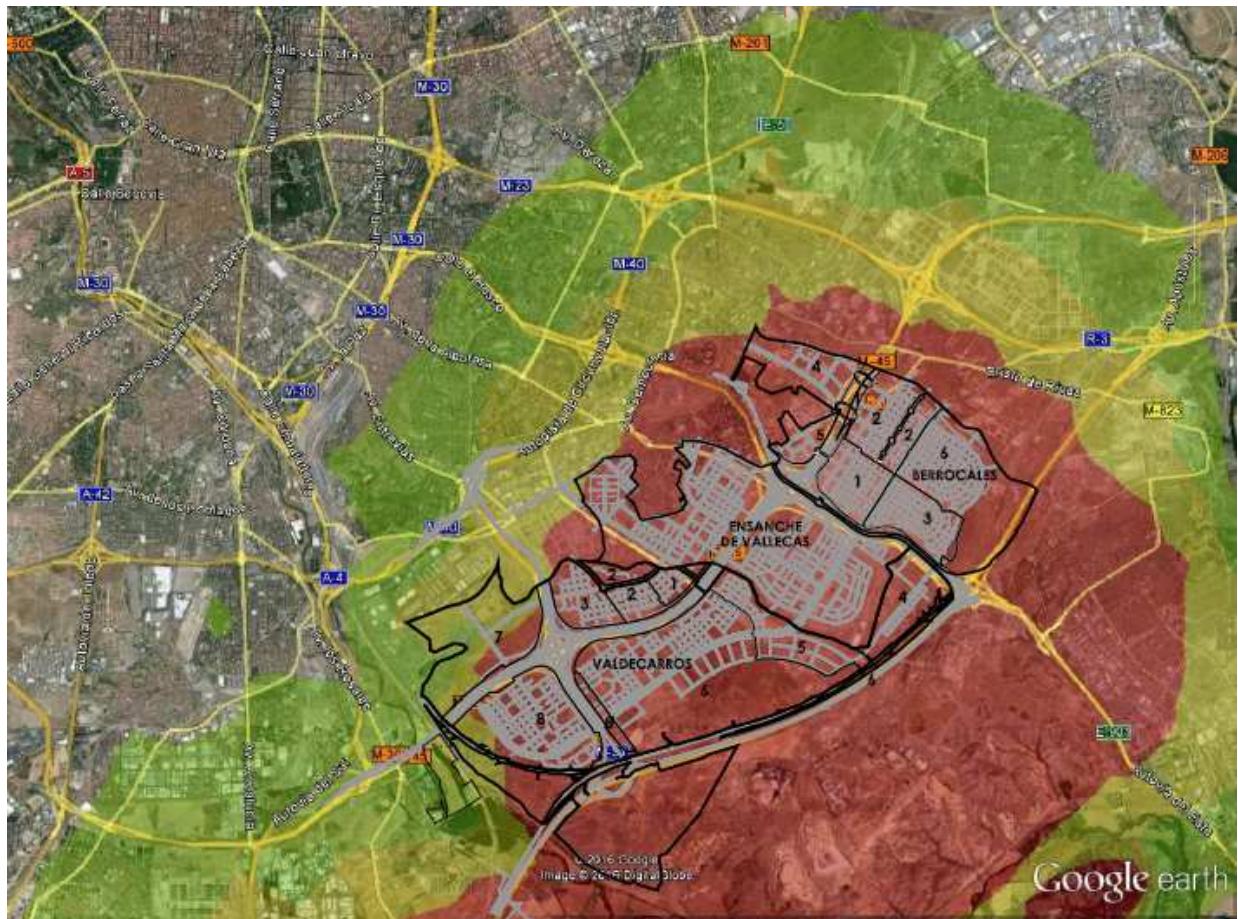
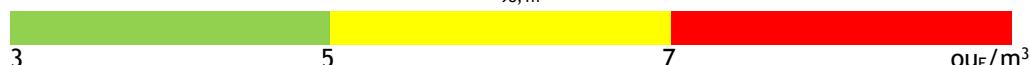


Figura 70. Impacto por olores de todos los focos de olor del Parque Tecnológico de Valdemingómez, Madrid. Isodora de 3, 5 y 7 ou_E/m^3 percentil $C_{98,1h}$

VALORES DE CONCENTRACIÓN PERCENTIL $C_{98,1h}$



El mapa de impacto por olores para las EDAR's La China, La Gavia, Butarque, Sur, Sur Oriental, Velilla y Casa Quemada se presenta en la Figura 71. El mapa ilustra el nivel de inmisión de olor en el año 2015 asociado a la actividad. La isodora de $C_{98,1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, representada por un contorno amarillo, indica el área donde se puede esperar que se presenten molestias por olores en más del 10% de la población, ya que como se detalla en el Anexo B, el borrador del anteproyecto de Ley contra la contaminación odorífera incluye el sector de plantas de tratamiento de aguas residuales bajo este criterio ($C_{98,1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$), mientras que las actividades que implican gestión de residuos, como es el caso de PTVD, el criterio límite que aplica es $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Cabe remarcar que las EDAR's Velilla y Casa Quemada no presentan impacto en el mapa ya que el valor $C_{98,1\text{hora}}$ esta a nivel de 2 ou_E/m^3 .



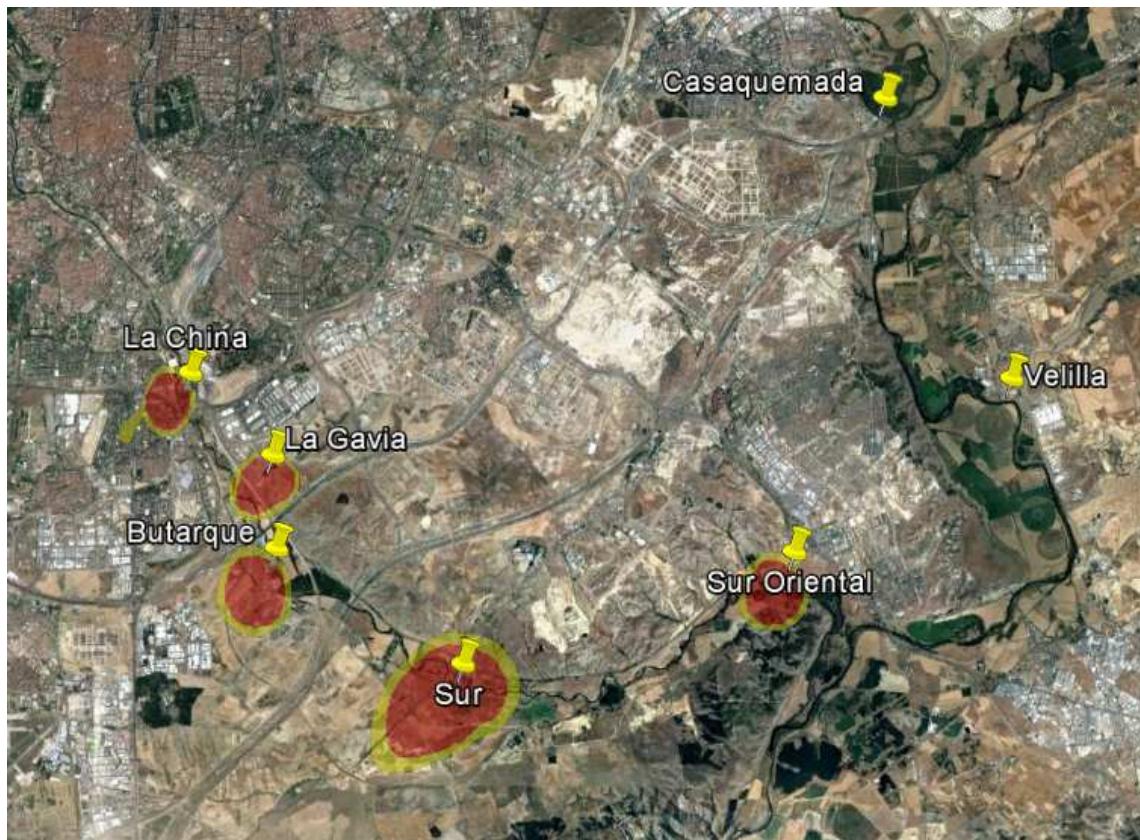
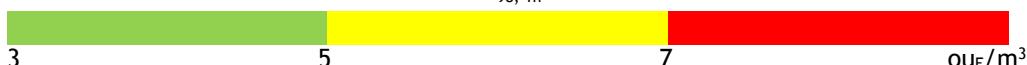


Figura 71. Impacto por olores de las EDAR's en el entorno del PTV, Madrid. Isodora de 5 y 7 ou_E/m^3 percentil $C_{98,1h}$.
VALORES DE CONCENTRACIÓN PERCENTIL $C_{98,1h}$



La isodora procedente de La China se extiende desde la EDAR como máximo a 535 m. en dirección norte, 1.400 m. en dirección oeste y 1,06 Km en dirección sur. El área de afectación descrita abarca como principales receptores el entorno residencial en las proximidades de la EDAR.

La isodora procedente de La Gavia se extiende desde la EDAR como máximo a 495 m. en dirección norte, 800 m. en dirección oeste, 960 m. en dirección sur y 660 m. en dirección este. El área de afectación descrita abarca receptores de carácter industrial localizados en dirección oeste. No existen receptores residenciales dentro del área de impacto.

La isodora procedente de Butarque se extiende desde la EDAR como máximo a 500 m. en dirección norte, 1 Km. en dirección oeste, 1,3 Km. en dirección sur y 337 m. en dirección este. El área de afectación descrita abarca receptores residenciales localizados al sur de las proximidades de la EDAR.

La isodora procedente de EDAR Sur se extiende desde la planta de tratamiento como máximo a 1,08 Km. en dirección norte, 1,7 Km. en dirección oeste, 1,8 Km. en dirección sur y 1,3 km. en dirección este. El área de afectación descrita abarca únicamente áreas rurales del entorno.

La isodora procedente de EDAR Sur Oriental se extiende desde la planta de tratamiento como máximo a 400 m. en dirección norte, 1 Km. en dirección oeste, 1,1 Km. en dirección sur y 395 m. en dirección este. El área de afectación descrita abarca únicamente áreas rurales del entorno.

Como se indicó anteriormente, las EDAR's Velilla y Casa Quemada no presentan impacto en el mapa ya que el valor $C_{98,1\text{hora}}$ está a nivel de 2 ou_E/m^3 .

6 Medidas correctoras recomendadas para la gestión de olores

Odournet, S.L. ha realizado la evaluación del sistema de gestión y tratamiento de las emisiones gaseosas procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez, así como un estudio de dispersión el cual ha permitido determinar la extensión del impacto de las futuras instalaciones. El presente estudio describe las mejoras potenciales en el diseño del sistema de desodorización que podrían llevarse a cabo.

Las principales medidas deben centrarse en la PTB y el vertedero, ya que estos son los focos principales de olor del Parque, tanto en emisión como en inmisión. En segunda instancia se pueden implementar medidas en las diversas naves descritas en el apartado 6.4; cabe remarcar que estos focos no son la principal causa de impacto en las zonas residenciales del entorno. Es condición indispensable aplicar mejoras tanto en la PTB como en el vertedero, ya que sino las emisiones no se reducirán lo suficiente como para minimizar significativamente el impacto odorífero en el área actualmente afectada.

Cualesquiera que sean las medidas anteriores, estas son evaluadas mediante la aplicación de un Plan de Gestión de Olores (PGO) el cual permite establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de los olores en el Parque Tecnológico de Valdemingómez.

6.1 Objetivos

El objetivo principal responde a la evaluación preliminar del sistema de desodorización del Parque incluyendo los siguientes aspectos:

- Revisión de la distribución y caudales del sistema de aspiración de emisiones en función del dimensionado de naves y equipos de proceso previstos.
- Estimación de las emisiones odoríferas en cada zona de proceso en base a las características de producción y factores de emisión.
- Revisión de los sistemas de control de emisiones odoríferas a implementar para tratar las emisiones, valorando la adecuación o no de los sistemas de biofiltración propuestos y especificando los requerimientos de eficacia mínimos exigibles de cada tecnología.
- Realizar un estudio de dispersión de olor para determinar la extensión del impacto de olor (mapa de olor) con el modelo Calpuff, con mejor capacidad que otros modelos convencionales para modelar situaciones de calmas.

6.2 Permeabilidad de un edificio y emisiones fugitivas

Para estimar las emisiones fugitivas potenciales que pueden derivar de un edificio, es necesario conocer su estanqueidad (hermeticidad) en términos de permeabilidad al aire. Para ello, Odournet ha utilizado como referencia las recomendaciones de la ⁴ATTMA (The Air Tightness Testing and Measurement Association). Esta metodología permite conocer la permeabilidad de un edificio a través de la realización de pruebas de estanqueidad. Estas pruebas se realizan mediante ventiladores que presurizan el edificio a una presión aproximada de 50 Pa. A partir del flujo y la presión diferencial medida entre el interior del edificio y la presión barométrica del exterior, se puede calcular la permeabilidad al aire de la estructura del edificio.

⁴ UK Air tightness Testing and Measurement Association (2007). Measuring Air Permeability of Building Envelopes: Technical Standard 1 (TS1) Issue 2, ATTMA, Northampton UK <http://www.attma.org/>



La permeabilidad se expresa como el flujo de aire (m^3) por unidad de área (m^2) de la estructura de cobertura del edificio (techo, solera y paredes) por unidad de tiempo (hora).

$Q_{50 \text{ Pa}} [\text{m}^3 / \text{m}^2 \text{h}]$

Según la ATTMA, para naves industriales y almacenes, se consideran valores "normales" de permeabilidad al aire @ 50 Pa de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, sin embargo, como "mejor práctica" se especifican valores de $2 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

En Inglaterra y Gales, los reglamentos de construcción exigen que todos los edificios cumplan con una permeabilidad al aire menor a $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. En algunos casos concretos también se especifican permeabilidades de 1,5 y $2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Estos valores se recomiendan como referencia para minimizar las pérdidas energéticas y mejorar el control del aire ambiente interior de los edificios.

A menudo también es útil traducir los resultados de las pruebas de estanqueidad como el área de fuga equivalente, en m^2 . Ésta se refiere a la superficie que ocupan los orificios presentes en la estructura del edificio. No obstante, hay que tener en cuenta que se trata de un valor aproximado, ya que sólo hace referencia a aquellos orificios estrechos y alargados.

El caudal de aire fugitivo de un edificio a una cierta ΔP puede calcularse utilizando la ecuación siguiente:

$$Q = A \cdot C_d \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

Q tasa de emisiones fugitivas $[\text{m}^3 \text{s}^{-1}]$

A área de fuga equivalente, o área total aproximada de orificios $[\text{m}^2]$

C_d coeficiente de descarga, con un valor de 0,61 para un orificio estrecho y alargado

ρ densidad del aire $[\text{kg}/\text{m}^3]$

ΔP diferencial de presión $[\text{Pa}]$

Una vez la permeabilidad al aire del edificio a 50 Pa es conocida, resolviendo la ecuación anterior se puede aproximar el valor del área de fuga equivalente (A).

6.3 Estimación de emisiones fugitivas

Las condiciones de diseño del sistema de ventilación (caudal aspirado) en diversas naves del Parque Tecnológico así como la apertura de puertas, no favorece/permite que los edificios estén en depresión.

La presión negativa en el interior de un edificio es necesaria para minimizar las fugas de aire cuando se produce una presión diferencial sobre el edificio debido a los efectos del viento. Cuando el edificio está expuesto a un flujo de viento, se origina una presión positiva sobre los elementos de la fachada expuesta contra el viento y una presión negativa sobre los elementos del tejado y los de sotavento.

Si la presión negativa en el interior del edificio no es capaz de vencer los efectos del viento, se producen emisiones fugitivas. Estas emisiones son el resultado de la entrada de aire en el edificio por orificios ubicados en las zonas donde se ejerce presión positiva y la salida de éste a través de orificios situados en zonas con presión dinámica negativa.

Por otra parte, además de los orificios estructurales habitualmente existentes en instalaciones industriales, las naves están equipadas con rejillas de ventilación natural que pueden favorecer aún más las emisiones fugitivas.



El caudal por ventilación natural puede alcanzar valores importantes. La relación de proporcionalidad con la velocidad del viento implica que, con vientos más fuertes, el caudal de las emisiones fugitivas aumenta considerablemente. Por el contrario, los vientos más fuertes también pueden suponer una mejor dispersión atmosférica de los olores.

Las emisiones fugitivas derivadas de los efectos del viento se pueden calcular de manera aproximada una vez conocida la permeabilidad del edificio. Para ello, la presión diferencial del edificio se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$P_w - P_0 = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_w^2 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

P_w presión media sobre la superficie del edificio [Pa]

P_0 presión estática en condiciones sin viento [Pa]

v_w velocidad media del viento [m/s]

ρ densidad del aire [kg/m³]

C_p coeficiente de presión superficial

Para este caso se puede considerar $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ y $C_p = 1,1$.

Según esta relación, la presión diferencial aumenta rápidamente con el aumento de la velocidad del viento.

La estimación de caudales fugitivos es compleja y está asociada a un cierto grado de incertidumbre. En este sentido, se ha aproximado el volumen de aire fugitivo de cada una de las naves de estudio asumiendo las siguientes consideraciones:

- Teniendo en cuenta una velocidad de viento relativamente baja, de 3 m/s, ya que es cuando tiene lugar una de las situaciones más relevantes en términos de impacto, ya que es más probable que existan condiciones de dispersión atmosférica neutral. Por otra parte, este valor de velocidad es acorde a los datos medidos en la Estación Meteorológica situada en el Centro de Visitantes la Paloma desde su puesta en marcha (Agosto 2015), ya que el valor promedio de velocidad es de 2,55 m/s.
- Teniendo en cuenta el valor de permeabilidad al aire @ 50 Pa de 6 m³/m²h, considerado por la ATTMA como valor “normal” para naves industriales y almacenes.
- Sin considerar la presión que puede ser provocada por las diferencias de temperatura dentro y fuera del edificio (efecto chimenea).



6.4 Situación actual y opciones de mejora en naves

A continuación se presentan las naves seleccionadas dentro de las distintas plantas del Parque Tecnológico para la aplicación de medidas correctoras.

Esta selección ha sido realizada en función del porcentaje de impacto de cada planta y cada nave (tasa de emisión/porcentaje de impacto global), así como en función de las características de las naves y los procesos que se lleva a cabo en su interior.

Previamente al análisis detallado, existen medidas de carácter general aplicables en cualquiera de las naves, de forma que se minimicen las emisiones fugitivas y en consecuencia el potencial impacto de las que estas son responsables.

6.4.1 Medidas de carácter general en naves

Cerrar puertas y/o instalar puertas de apertura y cierre automático, dependiendo de las frecuencia de entrada / salida de personal, vehículos, etc. ya que éstas permitirán la confinación de espacios de forma automática evitando la dispersión del aire interno de la nave a la atmósfera exterior. Esta es una condición indispensable para evitar las emisiones fugitivas en ciertas naves del Parque, tal y como se menciona a continuación. Por otra parte, el hecho de cerrar estas puertas implica valorar el rango de concentración existente dentro de las naves; según este rango se podría requerir aumentar las renovaciones horarias mediante el incremento del caudal de extracción para asegurar un aire de calidad para los trabajadores.

Definir el criterio de estanqueidad de los edificios, de forma que se relacione el nivel de estanqueidad y el caudal de aire necesario a extraer para evitar las emisiones fugitivas (asumiendo que las puertas se mantienen cerradas). En función de la concentración de olor estimada de este caudal aspirado, se ha valorado la necesidad de dirigirlo hacia sistemas de tratamiento o hacia la atmósfera de manera canalizada.

Evitar acopio de materiales con capacidad de generar olor en zonas no destinadas para ello, especialmente en las zonas donde no se ha considerado la implantación de sistemas de aspiración local.

Confinar y/o aislar en la medida de lo posible los materiales que circulan mediante cintas transportadoras, ya que esta medida disminuiría la concentración de olor del ambiente de la nave y el de las potenciales emisiones fugitivas.

Aumentar la altura de algunas de las chimeneas para asegurar una buena dispersión de los olores y evitar el impacto. El aumento de la altura debe ser suficiente para evitar el fenómeno denominado building downwash. Este fenómeno tiene lugar cuando la altura de una chimenea respecto a la cobertura del edificio donde está colocada no es suficiente. Este efecto reduce la altura efectiva de la chimenea, crea un aumento de la dispersión vertical del penacho cerca del edificio y favorece que las emisiones lleguen antes a nivel de suelo, aumentando así la concentración de olor bajo viento. La altura óptima de la chimenea viene dada según la siguiente ecuación (US EPA, 1985);

$$H_{GEP} = H + 1,5L \text{ donde:}$$

H_{GEP} = altura efectiva de la chimenea según buenas prácticas de ingeniería (GEP Global Engineering Practice),

H = altura máxima de la estructura más próxima,

L = menor dimensión de altura o anchura del edificio más próximo,

parámetros a tener en cuenta siempre y cuando existen edificios más altos en el entorno más altos que la propia estructura, sino será la altura de la propia estructura la que se debe tener en cuenta.



6.4.2 Condiciones generales presupuesto

A continuación se detalla que los presupuestos incluidos en las secciones 6.4 y 6.5 no incluyen:

- Escalera con plataforma de acceso a la chimenea.
- Pasamuros, así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de conductos.
- Montaje.
- Medios de elevación necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- Conductos de captación de aire hasta el equipo de desodorización.
- Cuadro eléctrico.
- Prueba hidráulica de los recipientes en fábrica del proveedor.
- Transporte.
- Obra civil.
- Instalación eléctrica y acometida eléctrica a cuadro.
- Instrumentación extra no incluida en la oferta.
- Puesta en marcha.
- IVA
- Todo lo que no se encuentra expresamente incluido en la oferta del anexo G.

En relación a la inversión inicial, los proveedores necesitan planos detallados para especificar los costes de las partidas anteriores. A grosso modo y según información verbal, puede estimarse el 100% más del presupuesto que sigue para algunos de los ítems anteriores (obra civil y puesta en marcha). En cuanto a la partida de mantenimiento, se podrá detallar a posteriori. Cabe remarcar que uno de los ítems más significativos será el cambio del material del biofiltro (en promedio 1 vez cada 3 años) a razón de 85 €/m3.

Respecto al capital humano y tiempo requerido, respecto a la propuesta incluida en las sección 6.4 y 6.5, se estima que el montaje necesitará 4 personas durante 6 meses y la puesta en marcha 1 persona durante 1 mes.

6.4.3 Planta de clasificación y compostaje Las Dehesas - Nave de triaje

Situación actual y problemática

Actualmente la nave no cuenta con ningún sistema de extracción. A pesar de ello, la nave no suele presentar concentraciones elevadas de olor en su interior ya que cuenta con una ventilación importante, debido a que una de las áreas laterales de la nave está completamente abierta.

Opciones de mejora

Se estima minimizar la tasa de emisión fugitiva de la nave al exterior, mediante la implantación de extracciones localizadas en aquellos puntos con mayor capacidad de generar olores. Según las visitas realizadas por personal de Odournet a planta, se estima que la localización más adecuada para estas extracciones localizadas debería implantarse a 3 niveles:



(1) primera línea de trómeles - 4 puntos de extracción: uno por cada línea. Será necesario cerrar la carga del trómel mediante un cajón estanque, donde se colocará la extracción localizada.

(2) segunda línea de trómeles - 4 puntos de extracción: uno por cada línea. Será necesario cerrar la carga del trómel mediante un cajón estanque, donde se colocará la extracción localizada.

(3) cinta de salida del residuo una vez eliminada la materia orgánica - 2 puntos de extracción. Estas extracciones se situarán en aquellas zonas donde existe desnivel, ubicando la extracción localizada en el punto más alto de la cinta.

A continuación la Tabla 30 muestra los cálculos de estimación del cálculo de dicho caudal. Esta tabla presenta las unidades sobre las que se aplicarán extracciones localizadas (trómeles - 1 extracción por unidad de trómel (8), y cinta de salida fracción resto - 2 extracciones por cinta (1).

El caudal total estimado de extracción localizada asciende aproximadamente a 6.400 m³/h. No se estima necesario tratar este caudal, por lo que será directamente emitido a la atmósfera a través de chimenea que asegure suficiente dispersión. Esta medida en si no reduce la tasa de emisión de olor de este edificio, pero sí la forma de emitir a la atmósfera para reducir el impacto en los puntos de recepción, ya que actualmente estas emisiones se dirigen a la atmósfera de forma fugitiva y a nivel de suelo.

Tabla 30. Estimación de caudal de las extracciones localizadas en la nave de triaje

Elemento	Cantidad	Largo	Alto	Ancho	Superficie	Volumen	Ramales	Velocidad	Diámetro	Sección	Q ramal	Q total	Q total	Renovaciones
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³)	(unid.)	m/s	m	m ²	m ³ /s	m ³ /h		
Trómeles	8,00	9,00	n.a	2,50	180,00	353,43	8,00	10,00	0,15	0,02	0,18	1,41	5089,38	14,40
Salida cinta frac. Resto	1,00	7,00	0,30	1,20	8,40	2,52	2,00	10,00	0,15	0,02	0,18	0,35	1272,35	504,90
													6361,73	



Figura 72. Trómeles y cinta en nave de triaje PCC Dehesas

Presupuesto

A continuación la Tabla 31 indica el desglose de presupuesto para la nave de triaje.

Tabla 31. Presupuesto MTD en la nave de triaje de Las Dehesas

Elementos	Coste (euros)
1 Ventilador MPSSS -4055 con motor de 7'5 kW y Chimenea DN 400 con 40 m de altura	7.225
Cubierta de cinta transportadora de 140,00m. largo x 0,30m. ancho, 1,20 m. de alto, espesor 5 mm. Material de construcción : Barrera química: Resina isoftálica /fibra de vidrio. Refuerzo mecánico: resina isoftálica /fibra de vidrio.	46.000
TOTAL	53.225



Garantías de diseño

- Aire procedente de la nave de triaje PCC Las Dehesas:
 - a) Aspirado localmente de trómeles y cinta de salida fracción residuo, con concentraciones de olor estimadas de $12.762 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Esta concentración se estima suponiendo que un 50% de la tasa de emisión medida en la nave ($45.144 \text{ ou}_E/\text{s}$) proviene de las extracciones localizadas indicadas en la tabla 26, y relacionando dicha tasa con el caudal de extracción propuesto en la tabla 26 ($6.367 \text{ m}^3/\text{h}$).
 - b) El conjunto de aire aspirado será dirigido a la atmósfera, sin tratamiento previo, a través de una chimenea de altura suficiente para favorecer la dispersión y evitar el impacto por olores en el entorno.

6.4.4 Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas- Nave de Compostaje

Situación actual y problemática

La situación del diseño actual de desodorización en la nave de compostaje se resume en la Tabla 32. La nave central de compostaje presenta un caudal canalizado a biofiltro de $240.000 \text{ m}^3/\text{h}$ (previamente recirculado al interior de los túneles). Este caudal aporta una tasa de renovación horaria baja (1,9) del aire de la nave por las actividades que se desarrollan en la misma. Por otra parte, la concentración en el interior de la nave es alta ($9.742 \text{ ou}_E/\text{m}^3$), dado que las emisiones que recibe al abrir los túneles son significativas. Este es el motivo por el cual las puertas de la nave (56 m^2) permanecen abiertas, aumentando en realidad la tasa de renovación de aire en el interior de la nave, pero generando consecuentemente emisiones fugitivas importantes, debido al caudal y a la concentración (la misma que la del interior de la nave).

Tabla 32. Características sistemas desodorización nave compostaje

Nave de compostaje - PCC Las Dehesas	
Q extracción (m^3/h) teórico canalizado	240.000
Q extracción (m^3/h) fugitivo estimado	61.611 (puertas cerradas)
Concentración interior nave (ou_E/m^3)	9.742
Renovaciones horarias	1,9
Superficie puertas abiertas (m^2)	56

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en los apartados 6.2 y 6.3, se estima que el caudal de aire fugitivo puede ser de $61.611 \text{ m}^3/\text{h}$. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual no es acorde con la situación real ya que al menos una de las 2 puertas de la nave suele estar abierta.

Siempre y cuando las puertas permanecieran cerradas, se observa que el caudal de extracción de la nave es muy superior ($240.000 \text{ m}^3/\text{h}$) a las emisiones fugitivas estimadas, y por tanto la estanqueidad estructural estimada de la nave es adecuada para vencer las emisiones fugitivas.

Sin embargo, al cerrar las puertas, las renovaciones horarias en el interior de la nave son insuficientes para asegurar un nivel de concentración de olor adecuado para los trabajadores. En este sentido se prioriza el aumento de las renovaciones horarias, con el fin de disminuir la concentración dentro de la nave y asegurar un aire de calidad para los trabajadores.

Finalmente, según la campaña de muestreo que corresponde a este proyecto y a los datos históricos de otra campañas (2014, 2015 y 2016) se puede afirmar que el biofiltro de maduración 2 no funciona



correctamente ya que las concentraciones de salida son más elevadas de lo esperado (8.500-10.400 ou_E/m^3). La concentración a la salida de un biofiltro que opere correctamente se sitúa alrededor de las 2.500 ou_E/m^3 .

Opciones de mejora

Dada la importancia de las emisiones fugitivas en esta nave es necesario instalar puertas automáticas y mantener la nave siempre cerrada. No obstante, en la situación presente se estima que esta medida no aseguraría una atmósfera adecuada en el interior de la nave para los trabajadores, debido a la carga de concentración, con lo cual se estima aumentar las renovaciones horarias dentro de la nave (como mínimo a 3 renovaciones). Para aumentar esta tasa de renovación se requiere aumentar el caudal de aspiración como mínimo en 140.000 m^3/h mediante extracciones sobre las puertas de los túneles de fermentación.

Así mismo, según las visitas realizadas por personal de Odournet a planta, se estima que la localización más adecuada para dichas extracciones, sería en el pasillo superior correspondiente a los túneles de fermentación, con mayor potencial de emisión de olor (ver Figura 73). A su vez, se percibió *in situ* una mayor concentración de olor y amoniaco en el pasillo superior de estos túneles.

Por otra parte se debe cubrir la cinta transportadora situada en el centro de la nave, equidistante de ambas líneas de túneles (fermentación y maduración).



Figura 73. Vista de la nave de compostaje desde la planta baja (izq.), vista desde el pasillo superior de los túneles de fermentación (dcha).

Como consecuencia del aumento del caudal de extracción, se estima construir un nuevo biofiltro para tratar este caudal de aire adicional, 25 x 35 m. de superficie y 2,5 m. de altura, con 875 m^2 de superficie, 1.400 m^3 de brezo, parrilla de soporte y red de riego correspondiente - ver Tabla 32.

Si después de la aplicación de estas medidas no mejora la calidad del aire interior de la nave lo suficiente como para mantener las puertas siempre cerradas, se recomienda instalar la misma extracción sobre el pasillo de los túneles de maduración, para aspirar otros 140.000 m^3/h adicionales, a tratar mediante una nueva unidad de biofiltración, y aportar 6 renovaciones horarias a la nave.

Por otra parte, y en relación al biofiltro de maduración 2, se estima necesario renovar su material de relleno.

Presupuesto

A continuación la Tabla 33 indica el desglose de presupuesto en relación a la instalación del nuevo biofiltro, con rendimiento del 71% y concentraciones de salida inferiores a 2.000 ou_E/m^3 (ver Tabla 32), cambio del



material del biofiltro de maduración, material de cubrición para cinta transportadora y puertas automáticas.

Tabla 33. Presupuesto MTD en la nave de compostaje de Las Dehesas.

Elementos	Coste (euros)
Desodorización	
EQUIPOS BASE	390.535
Etapa de Absorción Química	
Etapa de Preacondicionamiento	
Etapa de Tratamiento Biológico	
Etapa de Dosificación de Reactivos	
Etapa de Almacenamiento de Efluentes	
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	
OPCIONES	
Recubrimiento obra civil	65 €/m ² (45.500)
Colocación capa de fibra de coco	8 €/m ² (5.600)
Cubierta cinta transportadora	
Cubierta de cinta transportadora de 140,00m. largo x 0,30m. ancho, 1,20 m. de alto, espesor 5 mm. Material de construcción: Barrera química: Resina isoftálica /fibra de vidrio. Refuerzo mecánico: resina isoftálica /fibra de vidrio.	46.000
Puertas automáticas	
Puerta rápida apilable de 5,6x5m. (2 unidades).	8.836
Puerta rápida apilable de 5x6,5m. (2 unidades).	9.768
Puerta rápida apilable de 6x6 m. (2 unidades).	9.878
m.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
opcional campo magnético	325
Puertas fabricadas en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterales.	
Renovación material biofiltro maduración 2	
Renovación material del biofiltro de maduración (1700m ² superficie x 2m. alto).	290.000
TOTAL	789.153

Garantías de diseño

- Aire procedente de nave de compostaje Las Dehesas:



a) Aspirado al sistema general, mediante extracciones ubicadas en la parte superior de los túneles de fermentación, con concentraciones de olor estimadas de 6.800 ou_E/m³.

b) Dirigido a tratamiento mediante biofiltros. El tratamiento proporcionará eficacias de reducción de olores del 71% con concentraciones a la salida inferiores a 2.000 ou_E/m³.

6.4.5 Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas - Nave de Afino

Situación actual y problemática

La situación del diseño actual de la ventilación de la nave de afino de la Planta de Clasificación y Compostaje de Las Dehesas se resume en la Tabla 34. La nave central de afino presenta un caudal de extracción de 35.000 m³/h, correspondiente a los filtros de mangas, el cual se emite a atmósfera mediante dos chimeneas. La concentración en el interior de la nave es moderada, de 5.468 ou_E/m³, y la tasa de renovación horaria de 2,7 asumiendo que las puertas están cerradas.

Tabla 34. Características sistema de ventilación nave de afino

Nave de afino - PCC Las Dehesas	
Q extracción (m ³ /h) teórico canalizado	35.000
Q extracción (m ³ /h) fugitivo estimado	8.518 (asumiendo puertas cerradas)
Concentración interior nave (ou _E /m ³)	5.468
Renovaciones	2,7
Superficie puertas abiertas (m ²)	112

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en el apartado 6.2 y 6.3, se estima que el caudal de aire fugitivo puede ser de 8.518 m³/h. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual parece ser acorde a la situación real.

El caudal de extracción de la nave es muy superior (35.000 m³/h) a las emisiones fugitivas, y por tanto la estanqueidad estructural estimada de la nave es adecuada para hacer frente a las emisiones fugitivas.

Opciones de mejora

La situación actual es adecuada a los criterios de estanqueidad, siempre y cuando las puertas se mantengan cerradas, ya que estas son una vía potencial de emisiones fugitivas (área total de puertas 112 m²).

Dado que la concentración de olor en el interior de la nave no es muy significativa y que, si las puertas permanecen cerradas, ésta se vehicula al exterior no a nivel de suelo, sino mediante dos chimeneas, no se considera la necesidad de aportar tratamiento a este caudal. Sin embargo, para mejorar la situación actual se recomienda unir ambas chimeneas y aumentar la altura de emisión total. Esta medida permite que la concentración de olor sea emitida a una altura mayor en la atmósfera. Al estar en una capa atmosférica más alta y más alejada del suelo, la concentración experimentará una mayor dilución antes de que llegue al suelo.

Presupuesto

A continuación la Tabla 35 indica el desglose de presupuesto de la nave de afino, en relación a las opciones de puertas automáticas.



Tabla 35. Presupuesto MTD en la nave de afino de Las Dehesas

Elementos	Coste (euros)
Puertas automáticas	
Puerta rápida apilable de 5,6x5m. (4 unidades).	17.672
M.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
Opcional campo magnético	325
Puerta fabricada en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterals.	
TOTAL	19.500

Garantías de diseño

- Aire procedente de la nave de afino de Las Dehesas:

- a) Utilizando el mismo sistema actual, 35.000 m³/h con concentraciones de olor estimadas de 5.468 ou_E/m³.
- b) El conjunto de aire será dirigido a la atmósfera, sin tratamiento previo, a través de una chimenea de altura suficiente para favorecer la dispersión y evitar el impacto por olores en el entorno.

6.4.6 Planta de Clasificación y Compostaje Las Dehesas - Zona de acopio de compost

Situación actual y problemática

Actualmente el acopio de compost se localiza en la explanada al aire libre, localizada en la parte posterior de la nave de afino.

El material que sale de la nave de afino presenta una tasa de emisión de olor muy relevante (≥ 180 ou_E/m²s) ya que el tiempo de residencia en túneles no es el suficiente para que el material madure correctamente, y en consecuencia se reduzca su capacidad para emitir olor. Este hecho, junto a que la superficie ocupada por el material acopiado es significativa, se traduce en que este es un foco de olor con capacidad para generar impacto.

Opciones de mejora

La opción más adecuada sería la reducción de la tasa de emisión de olor del propio material. Esta opción implicaría aumentar el tiempo de residencia del material en túneles, hasta que el material maduro presentara tasas de emisión inferiores a las 5 ou_E/m²s.

La segunda opción consistiría en realizar montículos de material más pequeños y cubrir cada cierto volumen, con corteza de pino y/o astillas. El objetivo de esta mejora es que este material actúe como una capa biofiltrante de las emisiones del compost acabado. En una fase inicial podría aprovecharse el material procedente del cambio del biofiltro de maduración. Esta corteza podría mezclarse con el compost acabado para su venta. Se estima que esta medida podría aportar una reducción de las emisiones del 20 al 40%.



La tercera opción a valorar sería la construcción de una nave para el acopio de compost fresco, el cual en el periodo posterior a 1-2 meses, fuese trasladado a la explanada actual, ya que una vez pasado este periodo el impacto odorífero se minimiza. La estimación de las dimensiones de la nave es de 2000 m² de superficie, por 8 m de altura y teniendo en cuenta 10 renovaciones/h. Esta estimación se ha realizado asumiendo una producción máxima mensual de 2 pilas de compost de las presentes al uso en la explanada de acopio de Las Dehesas (diámetro en torno a 25 m). El caudal de extracción adecuado asociado a estas dimensiones sería de 160.000 m³/h.

Si esta obra se lleva a cabo, se requiere dimensionar la nave adecuadamente conociendo la producción anual de compost en toneladas y/o en el periodo de máxima producción.

Por otra parte, la nave debería contar con puertas de apertura/cierre automático, contenedores de almacenaje para este material, extracciones localizadas así como camiones que trasladen el compost de la nave a la explanada, posteriormente al mes o 2 meses de residencia en esta. La opción de trasladarlo con pala cargadora no sería válida ya que implica mucho movimiento del material con la consecuente generación de emisiones fugitivas. El caudal de extracción de esta nave deberá tratarse en un biofiltro de nueva construcción (Tabla 36 y Tabla 39), de dimensiones 25 x 40 m. de superficie y 2,5 m. de altura (balsa), altura del lecho 1,5m., con 2.000 m³ de brezo, parrilla soporte y red de riego correspondiente.

La situación actual del acopio de compost se presenta en la Figura 74.



Figura 74. Situación actual zona acopio de compost PCC Las Dehesas

Tabla 36. Condiciones de concentraciones de olor, caudales y tasas de emisión de los nuevos biofiltros propuestos en PCC Las Dehesas.

COMPOSTAJE DEHESAS	Entrada			Salida		
	Concentración de olor (ou _E /m ³)	Caudal (m ³ /h)	Tasa de olor (ou _E /s)	Eficacia biofiltro (%)	Concentración olor (ou _E /m ³)	Tasa de olor (ou _E /s)
Biofiltro Nave Compostaje (pasillo superior zona fermentación)	6.789	140.000	264.003	71	2.000	77.778
Biofiltro Nave Acopio compost (compost fresco)	72.000	160.000	3.200.000	95	3.500	155.556

Presupuesto

A continuación la Tabla 37 indica el desglose de presupuesto en relación a la instalación de un biofiltro en la futura nave de compostaje, con rendimiento del 95% y concentraciones de salida inferiores a 3.500

ou_E/m³ (ver Tabla 33), así como diversas opciones de puertas automáticas y material de cubrición para cinta transportadora.

Tabla 37. Presupuesto MTD en la futura nave de compostaje de Las Dehesas

Elementos	Coste (euros)
Desodorización	
EQUIPOS BASE	460.905
Etapa de Absorción Química	
Etapa de Preacondicionamiento	
Etapa de Tratamiento Biológico	
Etapa de Dosificación de Reactivos	
Etapa de Almacenamiento de Efluentes	
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	
OPCIONES	
Recubrimiento obra civil	65 €/m ² (52.000)
Colocación capa de fibra de coco	8 €/m ² (6.400)
Cubierta cinta transportadora	
Cubierta de cinta transportadora de 140,00m. largo x 0,30m. ancho, 1,20 m. de alto, espesor 5 mm.	46.000
Material de construcción : Barrera química: Resina isoftálica /fibra de vidrio.	
Refuerzo mecánico: resina isoftálica /fibra de vidrio.	
Puertas automáticas (opciones)	
Puerta rápida apilable de 5,6 x5m. (2 unidades)	8.836
Puerta rápida apilable de 5x6,5m. (2 unidades)	9.768
Puerta rápida apilable de 6x6 m. (2 unidades)	9.878
m.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
opcional campo magnético	325
Puerta fabricada en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterales.	
TOTAL	576.823

Garantías de diseño

- Aire procedente de la futura nave de acopio de compost de Las Dehesas:
- a) Aspirado de forma general y local, 160.000 m³/h con concentraciones de olor estimadas de 72.000 ou_E/m³.
 - b) Dirigido a tratamiento mediante biofiltro. El tratamiento proporcionará eficacia de reducción de olores del 95% con concentraciones a la salida inferiores a 3.500 ou_E/m³.



6.4.7 Dehesas Biometanización - Fosos y nave de Pretratamiento

Situación actual y problemática

La situación del diseño actual del sistema de ventilación en la zona de pretratamiento de la planta de biometanización se resume en la Tabla 38.

Los fosos y la nave de pretratamiento (ver Figura 75) presentan un caudal de extracción de 43.282 m³/h y 49.700 m³/h respectivamente. Este caudal se emite a atmósfera mediante ventiladores en la fachada de la nave. La concentración en el interior de la nave es del orden de 9.000 ou_E/m³ (asumimos la concentración más conservadora de todas las campañas de muestreo realizadas en esta nave) y la tasa de renovación horaria es baja, de 0,9.

Tabla 38. Características sistemas de ventilación - nave pretratamiento

Nave de pretratamiento - Biometanización Las Dehesas	
Q extracción (m ³ /h) teórico canalizado	49.700
Q extracción (m ³ /h) fugitivo estimado	23.789 (asumiendo que las puertas permanecen cerradas)
Concentración interior nave (ou _E /m ³)	9.000
Renovaciones	0,9
Superficie puertas abiertas (m ²)	273 + 8 m ² huecos paso cinta

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en el apartado 6.2 y 6.3, se estima que el caudal de aire fugitivo es de 23.789 m³/h. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual parece ser acorde a la situación real.

El caudal de extracción de la nave (49.700 m³/h) es superior a las emisiones fugitivas, y por tanto la estanqueidad estructural estimada de la nave es adecuada. Sin embargo, el importante nivel de concentración de olor dentro de la nave, hace que se contemplen varias hipótesis (a,b,c)

- (a) La construcción de un biofiltro para tratar el caudal de extracción actual de la nave de triaje (Q = 49.700 m³/h) y fosos (Q = 43.282 m³/h) tal y como exige la AAI según información aportada por el cliente. Según esta alternativa y asumiendo que las puertas permanecen cerradas, la tasa de renovación del aire en la nave de triaje es muy baja, de 0,9. Bajo estas condiciones, teniendo en cuenta el valor de concentración promedio de todas las campañas realizadas (5.000 ou_E/m³) y así como el alto valor puntual de la última campaña de 2016, (9.700 ou_E/m³), en el protocolo de operación normal de trabajo del Parque los trabajadores abrirán las puertas. En conclusión, la instalación de un biofiltro sin un aumento de ventilación dentro de la nave, no evitará las emisiones fugitivas al exterior. Además, la eficacia del biofiltro será muy baja (38%), ya que la concentración de olor (procedente de fosos y triaje) a tratar será relativamente baja (ver Tabla 39).
- (b) Al igual que en el caso anterior, en base a un promedio de las concentraciones en las últimas 4 campañas, se estima una concentración en la nave de pretratamiento de 5.000 ou_E/m³. Priorizando el criterio de renovaciones horarias, se estima aumentar el caudal de extracción en 50.000 m³/h en triaje, aumentando las renovaciones en la nave de 0,9 a 1,7 y con un caudal total de extracción en la nave de triaje de 99.700 m³/h. Esta medida permitiría reducir la concentración en la nave de triaje a 2.500 ou_E/m³. Consecuentemente el caudal total aspirado (procedente de fosos y triaje)



sería de casi 143.000 m³/h, a una concentración de 2.100 ou_E/m³, con lo cual no necesitaría ser tratado debido a que la concentración es similar a la de la salida de un biofiltro. Esta es la opción que Odournet recomienda implementar.

- (c) Otra hipótesis es tratar en conjunto el caudal procedente de fosos y nave de triaje (Q_T 92.982 m³/h) aumentando las renovaciones horarias en el interior de la nave de triaje a 1,7. Para ello se estima aumentar el caudal de extracción en 50.000 m³/h. Esta opción asegura un ambiente adecuado en el interior de la nave, promueve objetivos en base a la obtención de la AAI pero el biofiltro no reducirá la concentración de olor de forma eficaz (la concentración de olor a la entrada y salida será similar - ver Tabla 39).

Tabla 39. Condiciones de concentraciones de olor, caudales y tasas de emisión del nuevo biofiltro propuesto en Planta Biometanización Dehesas para tratamiento de nave de pretratamiento y fosos.

BIOMETANIZACIÓN DEHESAS	Entrada			Salida		
	Concentración de olor (ou _E /m ³)	Caudal (m ³ /h)	Tasa de olor (ou _E /s)	Eficacia biofiltro (%)	Concentración olor (ou _E /m ³)	Tasa de olor (ou _E /s)
Biofiltro fosos y nave triaje * (renovaciones 0,9)	3.234	92.982	83.528	38	2.000	51.657
Biofiltro fosos y nave triaje (renovaciones 1,7)	2.103	142.982	83.528	5	2.000	79.434

La primera opción (*), con un caudal de casi 93.000 m³/h, no garantiza la eliminación de las emisiones fugitivas, con lo que éstas, así como su impacto, deberían añadirse a la tasa de olor ya indicada en la tabla a la salida del biofiltro .



Figura 75. Fosos de recepción y nave de pretratamiento de la Planta de Biometanización Las Dehesas.

Presupuesto

A continuación la Tabla 40 indica el desglose de presupuesto en relación a la opción recomendada (opción b), con emisión en altura mediante chimenea, concentraciones de 2.100 ou_E/m³. Así mismo se presenta el presupuesto asociado a las diversas opciones de puertas automáticas.



Tabla 40. Presupuesto MTD en fosos y nave pretratamiento de Las Dehesas – Biometanización.

Elementos	Coste (euros)
Desodorización	
Chimenea de poliéster de DN 2000 y 33 m de altura.	50.165
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	
Puertas automáticas (opciones)	
Puerta rápida apilable de 5,6 x5m. (2 unidades)	8.836
Puerta rápida apilable de 5x6,5m. (2 unidades)	9.768
Puerta rápida apilable de 6x6 m. (2 unidades)	9.878
m.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
opcional campo magnético	325
Puerta fabricada en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterales.	
TOTAL	61.683

Garantías de diseño

- Aire procedente de nave de triaje y fosos planta Biometanización - Las Dehesas:
 - Aspirado de forma general en la nave de triaje y fosos, con concentraciones de olor estimadas en la nave de triaje de 3.234 ou_E/m³, con un caudal de extracción global de 93.000 m³/h dirigido a tratamiento mediante biofiltro. El tratamiento proporcionará eficacia de reducción de olores baja, del 38%, con concentraciones a la salida inferiores a 2.000 ou_E/m³. Se estima que esta alternativa no eliminará las emisiones fugitivas de esta nave.
 - Aspirado de forma general en la nave de triaje y fosos, aumentar el caudal de extracción en la nave de triaje en 50.000 m³/h, lo cual supone un caudal global de 143.000 m³/h (procedente de fosos y nave de triaje) con concentraciones de olor estimadas de 2.100 ou_E/m³. El conjunto de aire será dirigido a la atmósfera, sin tratamiento previo, a través de una chimenea con altura suficiente para favorecer la dispersión y evitar el impacto por olores en el entorno. Alternativa recomendada.
 - Aspirado de forma general en la nave de triaje y fosos, tratar un caudal global de 143.000 m³/h (procedente de fosos y nave de triaje) con concentraciones de olor estimadas de 2.100 ou_E/m³. El conjunto de aire será dirigido a biofiltro, el tratamiento no proporcionará reducción de las concentraciones.

6.4.8 Dehesas Biometanización - Nave de Deshidratación y nave de acopio

Situación actual y problemática



La situación del diseño actual de desodorización en la nave de deshidratación de la planta de biometanización de Las Dehesas y la nave de acopio de digesto se resume en las Tabla 41 y Tabla 42. Ambos focos se visualizan en la Figura 76.

La nave de deshidratación de Las Dehesas presenta un caudal canalizado de 21.849 m³/h dirigido a biofiltro. Esta nave es un foco importante ya que presenta una alta concentración en el interior de la nave (13.777 ou_E/m³) así como una tasa de renovación horaria muy baja (0,8).

Tabla 41. Características sistemas desodorización nave deshidratación.

Nave de deshidratación - Biometanización Las Dehesas	
Q extracción (m ³ /h) teórico	21.849
Q extracción (m ³ /h) fugitivo	10.157 (asumiendo que las puertas permanecen cerradas)
Concentración interior nave (ou _E /m ³)	13.777
Renovaciones	0,8
Superficie puertas abiertas (m ²)	147

Por otra parte la nave de acumulación de digesto presenta las siguientes condiciones;

Tabla 42. Características sistemas desodorización nave de acopio de digesto.

Nave de acopio de digesto - Biometanización Las Dehesas	
Q extracción (m ³ /h) teórico	10.659
Q extracción (m ³ /h) fugitivo	4.490 (asumiendo que las puertas permanecen cerradas)
Concentración interior nave (ou _E /m ³)	2.309
Renovaciones	1,7
Superficie puertas abiertas (m ²)	Puertas frontales

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en el apartado 6.2 y 6.3, el caudal de aire fugitivo estimado es de 10.157 m³/h y 4.490 m³/h en las naves de deshidratación y digesto respectivamente. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual no es acorde a la situación real, ya que el nivel de concentración de olor en el interior de estas naves hace necesario que las puertas se abren con frecuencia.

El caudal de extracción en ambas naves es superior a las emisiones fugitivas estimadas anteriores, por lo tanto la estanqueidad estructural estimada se considera adecuada para vencer las emisiones fugitivas, siempre y cuando las puertas se mantuvieran cerradas. Sin embargo, al cerrar puertas, el alto nivel de concentración de olor dentro de ambas naves, hace necesario aumentar el caudal de aire de aspiración, con el fin de disminuir la concentración dentro de la nave y asegurar un aire de calidad para los trabajadores.

Cabe remarcar que la nave de deshidratación, comunica con la nave de acopio de digesto, la cual no estaba contemplada inicialmente para esta función.

Por otra parte, según los datos de la última campaña realizada (Junio 2016), la concentración obtenida a la salida del sistema de biofiltración de la planta de Biometanización de Las Dehesas, es significativamente superior (17.800 ou_E/m³) a los valores obtenidos en campañas anteriores (2014, 2015; concentraciones < 5.500 ou_E/m³). En consecuencia se estima que este sistema no está operando correctamente y el material de relleno del biofiltro debería renovarse.



Propuesta de mejora

Es prioritario instalar puertas de apertura/cierre automático en la nave de deshidratación para asegurar que éstas permanecen siempre cerradas. Esto implica que se debe aumentar el caudal de extracción en la nave para asegurar un aire de calidad a los trabajadores. Odournet propone aumentar el caudal de extracción en 45.000 m³/h; entre las aspiraciones localizadas y el ambiente de nave, derivando la mayor parte de este caudal de extracción a las localizadas para rebajar el ambiente en nave (70:20). Esto permitirá aumentar las renovaciones/h en la nave a 4.

En relación a la nave contigua de acopio de digesto, se propone redimensionarla al doble de su tamaño actual (superficie actual 570 m², propuesta superficie futura 1.140 m²), de forma que haya espacio suficiente para la disposición de contenedores de acopio (4) de 10 m², así como para asegurar la movilidad adecuada de camiones en su interior para la retirada de dichos contenedores. Al igual que en el caso anterior, se estima instalar puertas de apertura cierre automático para asegurar que estas permanecen siempre cerradas.



Figura 76. Situación actual nave de introducción, extracción (izq.) y nave de acumulación de digesto (dcha).

En esta futura nave de acopio de digesto, se proponen las siguientes extracciones localizadas: 1 campana sobre cada contenedor, haciendo un total de 4 campanas con un caudal individual de 1.500 m³/h (ver Tabla 43). Así mismo, unido al sistema de extracción actual de la nave, se estima necesario un caudal extra de 6.000 m³/h para el ambiente de nave.

Tabla 43. Características extracciones localizadas 4 campanas para 4 contenedores nave acopio digesto – biometanización Dehesas.

Elemento	Renov. horaria	altura	área	Vol. a ventilar (m ³)	Vel. extr.(m/s)	Q (m ³ /h)	ou _E /m ² s	ou _E /s	ou _E /m ³
Campanas extract.	150,00	1	40	40	0,04	6000	287	12915	7749

Los nuevos caudales de extracción propuestos; 45.000 m³/h procedentes de la nave de deshidratación, 6.000 m³/h procedentes de las extracciones localizadas de las 4 campanas de la nueva nave de acopio de digesto así como 6.000 m³/h procedentes del ambiente de la nueva nave de acopio. El conjunto de este caudal se derivarán a un biofiltro de nueva construcción de 20m. x 20m. de superficie y 2,5 m. de altura (balsa), altura de lecho 1,5m. con 600 m³ de brezo, parrilla soporte y red de riego correspondiente; o ampliación del existente, que trate dichas emisiones (ver Tabla 44).



Tabla 44. Condiciones de concentraciones de olor, caudales y tasas de emisión del nuevo biofiltro propuesto en Planta Biometanización – nave deshidratación / nave acopio de digesto Las Dehesas.

BIOMETANIZACIÓN DEHESAS	Entrada			Salida		
	Concentración de olor (ou _E /m ³)	Caudal (m ³ /h)	Tasa de olor (ou _E /s)	Eficacia biofiltro (%)	Concentración olor (ou _E /m ³)	Tasa de olor (ou _E /s)
Nave introducción/extracción	8.225	45.000	102.809	n.a	n.a	n.a
Nave digesto (localizadas)	7.749	6.000	12.915	n.a	n.a	n.a
Nave digesto (ambiente - Q adicional)	2.309	6.000	3.848	n.a	n.a	n.a
Total biofiltro nuevo (N. Desh. + N. acopio)	7.552	57.000	119.572	74	2.000	31.667

Presupuesto

A continuación la Tabla 45 indica el desglose de presupuesto en relación a la instalación de un nuevo biofiltro, con rendimiento del 74% y concentraciones de salida inferiores a 2.000 ou_E/m³ (ver Tabla 40), extracciones localizadas mediante campanas extractoras y puertas automáticas.

Tabla 45. Presupuesto MTD en fosos y nave deshidratación y nave de acopio de Las Dehesas – Biometanización.

Elementos	Coste (euros)
Nave acopio digesto	
4 captaciones localizadas (caudal individual de 1.500 m ³ /h)	3.500
Desodorización (Q _T 57.000 m ³ /h)	
EQUIPOS BASE	
Etapa de humidificación	39.820
Etapa de tratamiento biológico	113.510
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	10.565
OPCIONES	
Recubrimiento obra civil	65 €/m ² (26.000)
Colocación capa de fibra de coco	8 €/m ² (3.200)
Puertas automáticas (opciones ambas naves)	
Puerta rápida apilable de 5,6 x5m. (2 unidades).	8.836
Puerta rápida apilable de 5x6,5m. (2 unidades).	9.768
Puerta rápida apilable de 6x6m. (2 unidades).	9.878
m.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
opcional campo magnético	325
Puerta fabricada en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterales.	
TOTAL	207.933

Garantías de diseño

- Aire procedente de nave de deshidratación y nave de acopio planta Biometanización - Las Dehesas:



a) Aspiración general y localizada en nave de deshidratación y nave de acopio, con concentraciones de olor estimadas de $7.500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, caudal total de $57.000 \text{ m}^3/\text{h}$ dirigido a tratamiento mediante biofiltro. El tratamiento proporcionará eficacia de reducción de olores del 74% con concentraciones a la salida inferiores a $2.000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

6.4.9 Planta de Las Lomas

La contribución de Las Lomas a la TE global (ou_E/s) es la menor de todas las plantas (1,15%). A priori no se proponen mejoras estructurales en la planta. Respecto a las TE y a los focos relevantes, el acopio de materia orgánica es uno de ellos. La actuación más adecuada en Las Lomas consiste en minimizar el tiempo de acopio de la materia orgánica, ya que la superficie de acopio está totalmente al aire libre, hay un tejado sobre la explanada pero no cuenta con paredes. Por otra parte existe un sistema de extracción, el cual no aporta valor ya que dicha explanada se encuentra situada en el exterior (Figura 77).

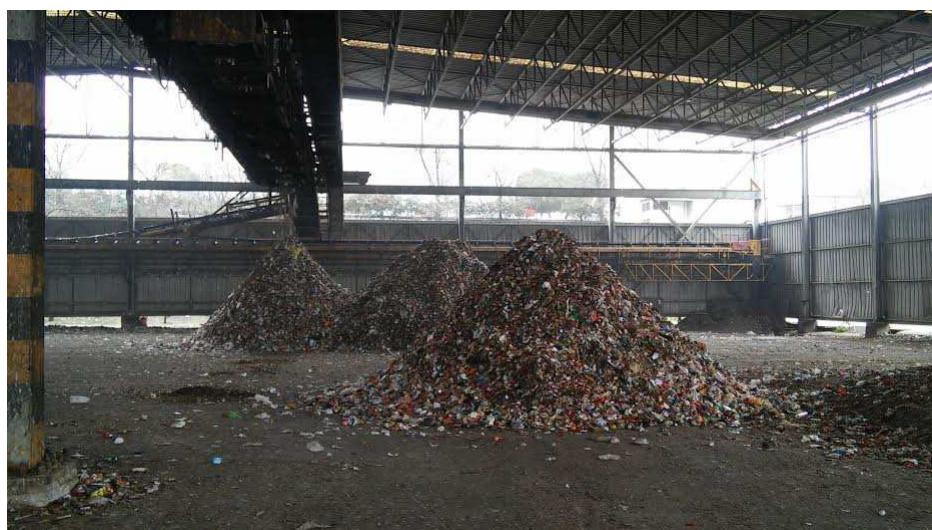


Figura 77. Explanada de acopio de Las Lomas.

6.4.10 PCC de La Paloma - Fosos de recepción

Situación actual y problemática

La situación actual del sistema de desodorización de los fosos de recepción de PCC de La Paloma se resume en la Tabla 46.

Los fosos de recepción y nave de triaje de La Paloma (ver Figura 78) presentan un caudal canalizado de $70.000 \text{ m}^3/\text{h}$ dirigido a biofiltro. Esta nave presenta una concentración en el interior de la nave de $1.733 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, así como una tasa de renovación horaria de 1,6.

Tabla 46. Características sistema desodorización fosos de recepción PCC La Paloma

PCC La Paloma - Fosos de recepción	
Q extracción (m^3/h) teórico canalizado	70.000
Q extracción (m^3/h) fugitivo estimado	20.666 (asumiendo que las puertas están cerradas)
Concentración interior nave (ou_E/m^3)	1.733
Renovaciones	1,6



|| Superficie puertas abiertas (m²) || puertas laterales nave ||

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en el apartado 6.2 y 6.3, el caudal de aire fugitivo estimado para la nave de fosos es de 20.666 m³/h. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual no es acorde a la situación real, ya que de forma habitual permanecen abiertas debido al tránsito de camiones.

El caudal de extracción en fosos, 70.000 m³/h, es superior a las emisiones fugitivas estimadas anteriormente (con puertas cerradas), por lo tanto la estanqueidad estructural estimada de la nave se considera adecuada. Sin embargo, al cerrar puertas será necesario aumentar las renovaciones horarias, con el fin de disminuir la concentración dentro de la nave y asegurar un aire de calidad para los trabajadores.



Figura 78. Nave fosos de recepción (dcha.) y detalle puertas de acceso a nave (izq.) de la PCC La Paloma

En relación a la nave de triaje, el ambiente en el interior de la nave parece adecuado. A diferencia de la planta de triaje de Las Dehesas, la entrada del material a trómeles (material con más potencial de generar olores) se ubica en la zona de fosos, y por lo tanto no está en contacto con el ambiente de esta nave. En este sentido, Odournet no estima necesaria llevar a cabo ninguna reforma estructural en la planta de triaje, aunque si cabe remarcar que dicha planta constituye un foco significativo dentro de la PCC ya que una parte importante de la nave está directamente en contacto con el exterior, con lo cual es inevitable que esta nave aporte cierta TE a la atmósfera exterior.

Propuesta de mejora

En primera instancia es necesario proveer la nave de puertas de apertura/cierre automático, para asegurar que siempre permanecen cerradas. Debido a las grandes dimensiones de la puertas, si éstas no permanecen cerradas no tiene sentido que la ventilación de la nave esté operando, ya que ésta no es suficiente como para mantener la depresión en el interior de la nave. Consecuentemente el ambiente interior se ventila de forma natural y se emite al exterior en forma de emisiones fugitivas. De la misma manera tampoco tiene sentido biofiltrar las emisiones de la nave si las puertas permanecen abiertas. Únicamente en el caso del cierre de puertas tiene sentido captar las emisiones y dirigirlas a tratamiento. Al cerrar puertas, probablemente será necesario aumentar el caudal de extracción de los fosos de recepción, se estima en 50.000 m³/h, para aumentar las renovaciones horarias en el interior de la nave a 2,7; especialmente en la



zona de fosos, donde se prevé mayor concentración de olor. Este caudal irá a un biofiltro de nueva construcción de 22m. x 36m. de superficie y 2,5 m. de altura (balsa), altura del lecho 1,5m., con 1.190 m³ de brezo, parrilla soporte y red de riego correspondiente; o ampliación del existente (ver Tabla 47).

Tabla 47. Condiciones de concentraciones de olor, caudales y tasas de emisión del nuevo biofiltro / ampliación propuesto en PCC La Paloma–fosos de recepción.

	Entrada			Salida		
	Concentración de olor (OU _E /m ³)	Caudal (m ³ /h)	Tasa de olor (OU _E /s)	Eficacia biofiltro (%)	Concentración olor (OU _E /m ³)	Tasa de olor (OU _E /s)
COMPOSTAJE PALOMA						
Ampliación Biofiltro Fosos Recepción	4.214	120.000	140.450	53	2.000	66.667

Presupuesto

A continuación la Tabla 48 indica el desglose de presupuesto en relación a la instalación del nuevo biofiltro, con rendimiento del 53% y concentraciones de salida inferiores a 2.000 ou_E/m³(ver Tabla 48), así como las opciones según dimensiones de puertas automáticas.

Tabla 48. Presupuesto MTD en fosos de recepción PCC La Paloma.

Elementos	Coste (euros)
Desodorización	
EQUIPOS BASE	
Etapa de humidificación	68.720
Etapa de tratamiento biológico	220.350
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	21.865
OPCIONES	
Recubrimiento obra civil	65 €/m ² (51.480)
Colocación capa de fibra de coco	8 €/m ² (6.336)
Puertas automáticas (opciones)	
Puerta rápida apilable de 5,6 x5m. (4 unidades).	17.672
Puerta rápida apilable de 5x6,5m. (4 unidades).	19.536
Puerta rápida apilable de 6x6m. (4 unidades).	19.756
m.elevación (tijera eléctrica + manitou)	1.425
opcional campo magnético	325
Puerta fabricada en estructura auto portante, con guías de chapa perfilada en acero de 2 mm. de grosor y cerramiento estanco con cepillos laterales.	
TOTAL	390.037

Garantías de diseño

- Aire procedente de los fosos de recepción PCC La Paloma:



a) Aspiración general en la nave de fosos, con concentraciones de olor estimadas de 4.200 ou_E/m^3 , caudal total de 120.000 m^3/h dirigido a tratamiento mediante biofiltro. El tratamiento proporcionará eficacia de reducción de olores del 53% con concentraciones a la salida inferiores a 2.000 ou_E/m^3 .

6.4.11 PCC de La Paloma - Nave de compostaje y zona de acumulación de digesto

Situación actual y problemática

La situación actual de la nave de compostaje de PCC La Paloma (ver Figura 79) se resume en la Tabla 49. La nave presenta un caudal canalizado de 225.000 m^3/h dirigido a biofiltro, previa recirculación a través de los túneles. Esta nave presenta una concentración en el interior de la nave de 5.609 ou_E/m^3 , así como una tasa de renovación horaria de 3,9.

Tabla 49. Características sistema desodorización de nave de compostaje PCC La Paloma

PCC La Paloma - Nave de compostaje	
Q extracción (m^3/h) teórico canalizado	225.000
Q extracción (m^3/h) fugitivo estimado	48.616 (asumiendo que las puertas están)
Concentración interior nave (ou_E/m^3)	5.609
Renovaciones	3,9
Superficie puertas abiertas (m^2)	26

Teniendo en cuenta las asunciones y cálculos especificados en el apartado 6.2 y 6.3, el caudal de aire fugitivo estimado para la nave de compostaje es de 48.616 m^3/h . Esta estimación se realiza teniendo en cuenta que las puertas de la nave se mantienen cerradas, lo cual no es acorde a la situación real, ya que de forma habitual permanecen abiertas.

El caudal de extracción en la nave es de 225.000 m^3/h , es superior a las emisiones fugitivas estimadas anteriormente, por lo tanto la estanqueidad estructural estimada de la nave se considera adecuada. Por otra parte las renovaciones horarias en el interior de nave (3,9) actualmente parecen ser adecuadas para la calidad del ambiente de los trabajadores, ya que la planta no está trabajando a plena capacidad. Sin embargo, con el aumento de producción deberá valorarse si con las puertas cerradas es necesario el aumento de renovaciones.

La zona de acumulación de digesto corresponde con el lateral derecho de esta misma nave; el digesto se dispone directamente en el suelo y constituye un foco relevante por su elevada tasa de emisión de olor.

Propuesta de mejora

Es prioritario instalar puertas de apertura/cierre automático, para asegurar que éstas permanecen siempre cerradas. Como comentamos anteriormente 3,9 renovaciones horarias se estiman adecuadas para un ambiente de nave adecuado; sin embargo si el cierre de puertas y el aumento de la producción implica un ambiente de nave más cargado de lo esperado, se recomienda aumentar la tasa de extracción a 6 renovaciones, lo cual implicaría un aumento de caudal de extracción de 120.000 m^3/h a dirigir a biofiltro directamente o a través de recirculación de los túneles.



Con relación a la zona de acopio, se estima situar contenedores (2) de 10 m², al mismo tiempo que se asegura la movilidad adecuada de camiones en el interior de la nave para la retirada de dichos contenedores.

La propuesta en esta zona consiste en situar extracciones localizadas, 1 campana sobre cada contenedor, con lo cual un total de 2 campanas, con un caudal individual de 1.500 m³/h (ver Tabla 50). Esta extracción irá conectada a la canalización principal de la nave y dirigida al biofiltro ya existente, que deberá tratar 3000 m³/h adicionales.



Figura 79. Nave de compostaje PCC La Paloma

Tabla 50. Características extracciones localizadas 2 campanas para 2 contenedores zona acopio digesto – PCC La Paloma.

Elemento	renov. horaria	altura	área	Vol. a ventilar (m ³)	Vel. extr.(m/s)	Q (m ³ /h)	ou _E /m ² s	ou _E /s	ou _E /m ³
Campanas extractoras	150,00	1	20	20	0,04	3000	287	5740	6888

Cabe remarcar que esta medida sería preliminar, ya que la zona de acopio definitiva podría situarse en un lateral de la futura nave de afino.

Presupuesto

A continuación, la Tabla 51 indica el desglose de presupuesto en relación a la instalación de 2 contenedores de 10 m² y extracciones localizadas mediante campanas extractoras.

Tabla 51. Características sistema desodorización de nave de compostaje PCC La Paloma

Elementos	Coste (euros)
2 captaciones localizadas (caudal individual de 1.500 m ³ /h)	1.750
TOTAL	1.750

Garantías de diseño

- Aire procedente de nave de compostaje y zona de acumulación digesto La Paloma:
- a) Aspiración generalizada en la nave de compostaje, Q total 225.000 m³/h, a concentraciones de 5.600 ou_E/m³. Este caudales es actualmente recirculado a través de túneles y tratado con los biofiltros existentes.



b) Aspiración localizada mediante campanas extractoras en zona de acumulación de digesto, con concentraciones de olor estimadas de 6.800 ouE/m³, y caudal de extracción de 3.000 m³/h dirigido a tratamiento mediante los biofiltros existentes en la planta.

El caudal total a tratar será de 228.000 m³/h (225.000 m³/h general nave compostaje y 3.000 m³/h localizado zona acumulación digesto).

6.4.12 PCC de La Paloma - Nave de afino

Situación actual y problemática

A momento presente la nave de afino no está en uso, con lo cual no presenta ninguna problemática asociada. Se prevé iniciar su uso según aumente la producción en los túneles de maduración y fermentación.

Propuesta de mejora

A momento presente se cuenta con especificaciones técnicas de lo que se prevé o requiere como instalación. A priori se estiman 2 líneas de tratamiento; (1) una línea para la captación y tratamiento de caudal ambiental procedente de la zona de acopio (2) una línea para la captación y tratamiento del caudal procedente de la línea de afino. Este caudal (78.000 m³/h) irá a un biofiltro de nueva construcción de 20m. x 27m. de superficie y 2,5 m. de altura (balsa), altura del lecho 1,5m., con 810 m³ de brezo, parrilla soporte y red de riego correspondiente; o ampliación del existente

Presupuesto

A continuación, la Tabla 52 presenta la estimación económica que aplica a esta nave;

Tabla 52. Características sistema desodorización nave de afino PCC La Paloma

Elementos	Coste
Desodorización	
EQUIPOS BASE	
Etapa de humidificación	53.195
Etapa de tratamiento biológico	152.925
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire y tuberías de líquidos	
Tuberías de interconexión	16.470
OPCIONES	
Recubrimiento obra civil	65 €/m ² (35.100)
Colocación capa de fibra de coco	8 €/m ² (4.320)
TOTAL	262.010

Garantías de diseño

➤ Aire procedente de la nave de afino de La Paloma:

- A momento presente la nave no está en funcionamiento, se prevé un caudal de extracción procedente de la zona de acopio y otro procedente de afino, caudal total de 78.000 m³/h.



6.5 Situación actual y opciones de mejora en Planta de Tratamiento de Biogás

Actualmente y con la configuración actual, la Planta de Tratamiento de Biogás (PTB) no funciona correctamente, ya que las concentraciones que llegan al biofiltro son muy superiores al rango establecido que este podría tratar (ver Figura 80).

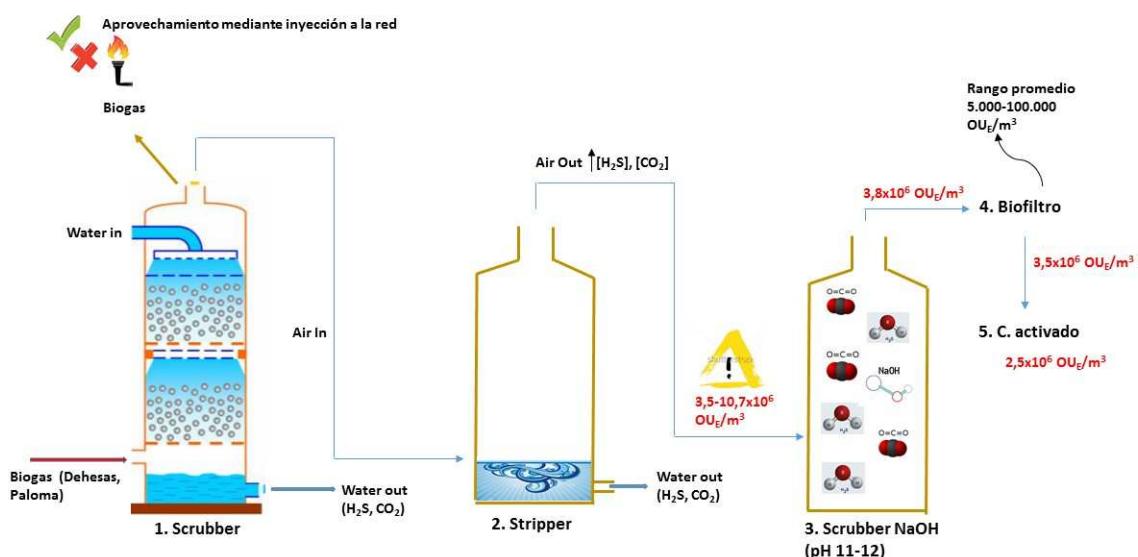


Figura 80. Esquema actual de la planta de tratamiento de biogás, concentraciones de entrada y salida del sistema.

Evaluada la necesidad de reducir las concentraciones de ácido sulfídrico en el flujo de biogás proveniente de las plantas de biometanización de Las Dehesas y La Paloma, la Dirección del Parque prevé instalar un sistema THIOPAQ a la salida de dichas plantas, con objeto de reducir la concentración de azufre en el aire de proceso a niveles inferiores a las 50 ppm. Ver esquema en la Figura 81.

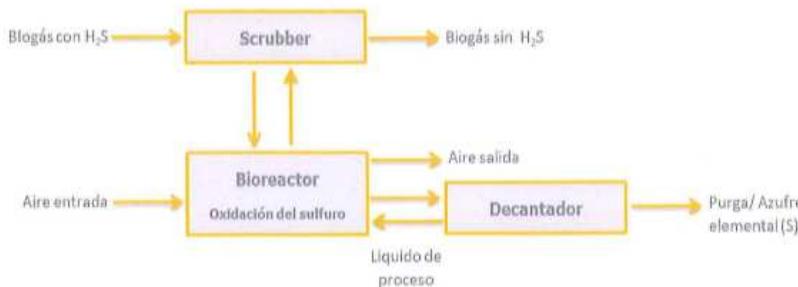


Figura 81. Esquema del proceso THIOPAQ



La tecnología THIOPAQ presenta amplias referencias de uso en la actualidad, es fiable, robusta y desde el punto de vista de los consultores de Odournet es un sistema que podría considerarse como una solución potencial de la situación actual.

La carga de sulfídrico a la salida de este sistema será mucho menor y más fácil de tratar que el aire derivado del scrubber actual de la PTB. Sin embargo, sí se precisa un tratamiento adicional para conseguir eliminar este foco de olor y su impacto odorífero.

Cabe recordar que, además de la implantación de este sistema de pretratamiento, sigue siendo vital monitorizar las condiciones de proceso para verificar las concentraciones de entrada y salida, así como la correcta manipulación/monitoreo por parte de los operarios de esta instalación en vista a detectar posibles modificaciones, variaciones dentro del proceso; adelantándose a potenciales alteraciones que puedan causar un impacto significativo.

Las emisiones derivadas del sistema THIOPAQ según la información aportada por el cliente, derivarán del biorreactor. Concretamente el aire introducido por la parte inferior saldrá del reactor a través del vento instalado en la parte superior. Se asume que este aire se caracterizará por un caudal de 360 m³/h por unidad, según las características del compresor de aireación. Se estima que este caudal se caracterizará por concentraciones de H₂S < 25 ppm.

Se precisa un tratamiento final mediante 2 torres de contacto de carbón activo con impregnación alcalina, con concentraciones de olor a la salida inferiores a 500 ou/m³. De esta forma se estima minimizar el impacto de olor por parte de este foco.

Es muy importante que durante la operación de la planta, se evalúe el tiempo de vida útil de las torres de adsorción para renovar el relleno con la frecuencia óptima. En caso contrario, debido a fenómenos de saturación y arrastre de los compuestos previamente adsorbidos, sus eficacias pueden verse severamente afectadas, llegando a valores bajos, nulos, e incluso negativos. Esto se traduciría en enviar a la atmósfera concentraciones de olor importantes, dado que 25 ppmv de H₂S pueden impactar de forma relevante considerando que el OTV de este compuesto es <0,5 ppb.

Presupuesto

A continuación, la Tabla 53 muestra el coste asociado a las mejoras establecidas para la Planta de Tratamiento de Biogás.

Tabla 53. Presupuesto MTD's a aplicar en la PTB

Elementos	Coste (euros)
Sistema THIOPAQ	2.000.000
Desodorización	Coste (euros)
EQUIPOS BASE	3.410
COMPLEMENTOS	
Conductos de aire	
Tuberías de interconexión	580
Total desodorización: 3.990 €/instalación x 2 instalaciones	7.980
TOTAL	2.007.980

Garantías de diseño



- Aire procedente del bioreactor (360 m³/h), 2 líneas, a través de torres de contacto de carbon activo, con concentraciones de salida inferiores a 500 ou/m³.

6.6 Situación actual y opciones de mejora en Vertedero Las Dehesas

A partir de Junio 2016 el biogás producido en el vertedero de Las Dehesas está siendo captado y quemado en motores para la producción de energía eléctrica. El vertedero de las Dehesas consta de 4 celdas ya clausuradas y una quinta con área de vertido y área en explotación. El vertedero tiene un área total de 472.851 m², y, junto con la PTB, es el foco más relevante a la hora de generar impacto de olor.

A partir de lo anterior, y según los datos presentados en este informe, se estima necesario aplicar medidas correctoras que puedan ayudar en la operativa óptima del vertedero para reducir la TE generada, minimizando el impacto odorífero en núcleos urbanos adyacentes.

6.6.1 Tipología de residuos y cobertura

El vertedero Las Dehesas recibe anualmente del orden de 200.000 toneladas de materia orgánica sin bioestabilizar (lodos). Se debería limitar/eliminar el vertido de este tipo de residuos, ya que presentan una tasa de olor muy significativa (casi 200 ou_E/m²s) y consecuentemente una TE muy alta (19.484 ou_E/s), la cual es en parte, responsable del impacto odorífero del vertedero (ver apartado 3.4). Una opción a plantear sería una etapa adicional de secado de lodos con desodorización de las emisiones, con objeto de estabilizar la materia orgánica, así como valorar el posterior compostaje de esta.

Por otra parte se deben reducir las emisiones del frente de vertido; este es un foco importante dada su superficie de emisión (cuanto mayor sea mayor será el impacto odorífero generado). Para reducir las emisiones derivadas de este foco es imprescindible llevar a cabo una cobertura diaria del frente con una capa de 0,10 a 0,20 m. de tierra o similar. Así mismo la compactación de los residuos se debe llevar a cabo con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor, cuando se cubre con tierra toda la celda. Este factor también es clave a largo plazo ya que implica una mayor densidad y vida útil del lugar.

El cubrimiento final, de unos 0,40 a 0,60 m. de espesor, se debe efectuar de la misma forma que la cobertura diaria; además, debe realizarse de tal forma que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural.

6.6.2 Biogás generado

El factor de impacto determinante de un vertedero es la eficacia de captación y recuperación del biogás generado. El biogás, habitualmente presenta una concentración de olor muy alta, por ejemplo en este caso entre 2.000.000 y 5.000.000 ou_E/m³. Esta concentración implica que 1 m³ de biogás requiere una cantidad de 200.000-500.000 m³ de aire atmosférico para mezclarse hasta alcanzar un olor con una concentración de 10 ou_E/m³, con intensidad baja pero todavía fácil de percibir e identificar. Para llegar al umbral de detección, es decir al punto donde la mitad de los individuos no pueden percibir el olor, se requiere un volumen de 2.000.000-5.000.000 m³ de aire. Por estos motivos, se considera que el mejor método de control de impacto por olores en un vertedero es un sistema adecuado de cobertura para conseguir máxima estanqueidad en combinación con un sistema adecuado de captación, extracción y combustión o aprovechamiento energético del biogás.

Actualmente se está quemando el biogás procedente del vertedero de Las Dehesas en motores y posterior producción de energía eléctrica. Independiente del aprovechamiento energético del recurso, durante el transcurso de la vida útil del vertedero se van produciendo múltiples emisiones difusas de biogás a la atmósfera y en especial en aquellos años en los que se desgasifican las celdas rellenas. Estas emisiones son las responsables del impacto actual del vertedero, y pueden minimizarse instalando pozos de captación de biogás a medida que se va rellenando la celda activa equipados con antorchas móviles. La instalación de antorchas móviles podría reducir las emisiones difusas del vertedero en un 60-80% reduciendo así sustancialmente el



impacto actual del Parque, ya que el vertedero es uno de los responsables (junto con la planta de PTB) de que las emisiones de olor lleguen en áreas residenciales.

Por otra parte, cabe remarcar que el hecho de quemar el biogás en etapas previas no implica la pérdida del insumo, ya que el biogás que se produce al inicio de la vida útil de la celda es de muy baja calidad, pero si supone un impacto importante a nivel medioambiental. La operativa actual de desgasificar las celdas una vez llenadas no es una buena práctica para reducir las emisiones de olor del vertedero.

Las *antorchas* permiten controlar las emisiones de biogás durante el inicio y el tiempo de inactividad del sistema de recuperación de energía y para el control de gas que supera la capacidad de los equipos de conversión de energía. Por otra parte, una antorcha es una medida rentable para aumentar gradualmente el tamaño del sistema de generación de energía en un vertedero activo. A mayor volumen de residuos en el vertedero, mayor expansión del sistema de recolección; la antorcha se utiliza para controlar el exceso de gas entre las actualizaciones del sistema de conversión de energía (ejemplo, antes de la adición de otro motor) evitando que el metano sea liberado a la atmósfera.

6.6.3 Focos potenciales de emisión en vertederos

Dentro del vertedero se podrían clasificar 2 tipos de focos:

a/ Áreas homogéneas: generalmente estas áreas se definen como superficies extensas del vertedero sobre las cuales, a partir de una serie de puntos de control representativos, puede calcularse la emisión promedio. Generalmente están cubiertas de forma uniforme con un sistema de nivelación que tiene una pendiente constante. Por otra parte, dichas áreas no tienen porqué ser exclusivas de una celda de relleno, pueden cubrir parte de una o varias celdas del vertedero.

La cobertura de estas áreas puede clasificarse como permanente, la cual ya no acepta más residuos, correspondiendo a zonas del vertedero clausurado; o temporal, la cual ya no recibiría residuos durante un período mínimo de tres meses.

b/ Puntos críticos: se definen como los focos potenciales más relevantes dentro de la infraestructura del vertedero, en relación al equipamiento e infraestructura dentro de una zona. Entre ellos cabe citar cabezales y sellados de pozo, pozos de lixiviado, taludes; de los cuales podría esperarse tasas de emisión relativamente altas. Algunos elementos son fácilmente visibles, por ejemplo, pozos de lixiviado, zonas fisuradas, mientras que otros solamente se identifican a través de la detección de un flujo alto en puntos de muestreo adyacentes.

Las posibles brechas entre las zonas colindantes de un elemento y otro; la falta de uniformidad en la superficie, la alteración de la vegetación alrededor de los pozos de gas, etc. serían evidencias visibles de este tipo de alteraciones.

6.6.4 Sistemas de vigilancia de sellado en el vertedero

A continuación se exponen las etapas necesarias en relación al control y vigilancia del sellado del vertedero.

6.6.4.1 Definir personal implicado e instrumentación

Las personas encargadas del monitoreo y control deberán estar formadas en el uso y manejo de equipos de forma segura y eficaz; así mismo deberán tener conocimiento de los protocolos de seguridad y salud que apliquen. Previamente a cada inspección, deberán llevarse a cabo los siguientes controles;

- estado del equipo para las tareas previstas, (ej.: niveles de detección y fecha de calibración);



- verificar batería y el estado de otros elementos; así como fecha de calibración.

La concentración de gas en la superficie de vertedero se monitorea mediante un equipo portátil que responde rápidamente a los hidrocarburos a nivel de 1 ppm. Generalmente se utiliza el detector de ionización de llama (FID).

También se puede utilizar el detector electrónico Jerome, que es un sensor electrónico específico para medir el sulfuro de hidrógeno -H₂S y mercaptanos.

En cualquier caso, las características de un detector para estas mediciones en campo deberían ser las siguientes:

- Portabilidad
- Límite de detección bajo (0,5-1 ppmv)
- Alta sensibilidad (resolución <1 ppm en volumen)
- Gama de detección de 0,5 ppmv a 10.000 ppmv
- Tiempo de respuesta rápido
- Resistencia a la intemperie

Debido a que la mayoría de los instrumentos sólo tienen un equipo de lectura directa con la medida en ppmv, si es necesario convertir los resultados a mg/m³ en condiciones normales de temperatura y presión (273K y 101.3 kPa) se deben aplicar las siguientes fórmulas:

$$\text{Concentración (c) [mg/m}^3\text{]} = c \text{ [ppmv]} \times \text{PM}_{\text{CH}_4} / \text{Volumen molar}_{\text{CH}_4}$$

$$\text{Concentración (c) [mg/m}^3\text{]} = c \text{ [ppmv]} \times 16 \times 10^3 \text{ [mg/mol]} / 22.4 \times 10^3 \text{ [mol/m}^3\text{]}$$

$$\text{Concentración (c) [mg/m}^3\text{]} = c \text{ [ppmv]} \times 0.7143$$

6.6.4.2 Inspección inicial

Previamente a entrar en detalle en el reconocimiento del vertedero, se debe realizar una inspección inicial a pie, con el equipo portátil manual de detección de gases. Como hemos comentado generalmente se utiliza el detector de ionización de llama (FID).

Esta inspección inicial permite identificar potenciales focos de emisión y/o fallos en la estructura del sistema de recolección del gas del vertedero. La dificultad de esta primera inspección dependerá de la calidad de las estructuras y acabados de los puntos críticos así como de la naturaleza de la cobertura del vertedero. El objetivo primordial de esta inspección es:

- identificar las características de las fisuras / grietas a través de la cuales se escapa el gas.
- priorizar el tratamiento necesario para eliminar todas las fuentes importantes de emisión superficial.

Esta operación es un proceso iterativo, la cual nos permitirá identificar y rectificar a priori los fallos importantes.

En relación a la definición de focos del apartado 6.6.3, si en esta primera inspección se obtienen:

- valores de concentración de metano en el aire inferior a 100 ppmv, inmediatamente por encima de la superficie de las áreas homogéneas, así como
- valores inferiores a 1.000 ppmv en las proximidades de cualquier punto crítico,



No se necesitaría ir más allá en el control de las emisiones de metano, ya que consideraríamos estos valores dentro de la normalidad.

6.6.4.3 *Metodología del protocolo de reconocimiento*

Posteriormente a la inspección inicial, se dará paso al reconocimiento propiamente de la zona del vertedero que aplique (especialmente en las zonas donde se han detectado concentraciones superiores a las indicadas en el apartado anterior).

Antes de comenzar, la persona a cargo deberá tomar nota de;

- (a) las condiciones climáticas en general (presión barométrica, precipitación reciente, velocidad y dirección del viento),
- (b) la naturaleza de las actividades de las zonas adyacentes a la zona de inspección, susceptibles de emitir gases y/o conducir la migración de gas. Estas observaciones podrán ser requeridas para la correcta interpretación de los resultados finales.

Para el monitoreo de las emisiones en estas fases se debe tener en cuenta que cuando la sonda del FID se mantiene lo más cerca posible de la superficie (<5 cm), esta permitirá muestrear cualquier tipo de emisión gaseosa procedente de la superficie.

Así mismo, mediante la posición de la sonda, se puede discernir la contribución de emisiones que proceden de la superficie de muestreo, de aquellas que proceden de otras localizaciones. Si hay una gran diferencia entre la lectura en el aire y la lectura próxima a superficie, la contribución principal procede del suelo.

Por el contrario, cuando las lecturas son similares, se estima que la fuente principal es el viento o se asocia con concentraciones remanentes del lugar.

Las zonas identificadas durante el reconocimiento inicial deben ser atravesadas de manera sistemática para asegurar que toda el área es examinada. El protocolo de reconocimiento debe ser dirigido por:

- (a) lo observado en la superficie,
- (b) las emisiones de metano mediante el detector de gases portátil
- (c) factores secundarios como el olor.

6.6.4.4 *Parámetros específicos de localización*

Para definir los puntos de toma de muestra, se debe dividir la zona de reconocimiento a lo largo de líneas regulares o transectos.

Para coberturas permanentes, estos transectos suelen ser de 50 m., mientras que para coberturas temporales son de 25m.

Si el olor es un factor significativo, los transectos deben estar a menos de 25 metros.

El inspector debe caminar a lo largo de las líneas predeterminadas, monitorizando la concentración de gas en continuo. En los puntos donde se detecten concentraciones altas de metano, el inspector debe desviarse para localizar la Fuente de emisión (probablemente procedente desde la dirección del viento del punto inicial de detección).

Una vez localizada esta área de emisión, debe centrarse en una celda de dimensiones más pequeñas, para definir a posteriori la extensión del área y potenciales focos dentro de ella a controlar.

Posteriormente el inspector volvería a situarse en el espacio general y continuaría evaluando el transecto.



Se debe tener en cuenta que la capa superficial de la cobertura es un área especialmente débil en cuanto a la contención, y en consecuencia constituye una zona susceptible de generar emisiones. Para identificar estas zonas el inspector debe estar atento a posibles manifestaciones en la estructura asociadas a concentraciones altas de gas. Se aconseja tener en consideración:

- grietas superficiales o fisuras
- daños o alteración en la cobertura vegetal
- interfases en las zonas de cobertura
- bordes de vertido y taludes laterales
- pozos de gas y puntos de control/monitoreo
- uniones en las tuberías de recogida de gas
- vías donde las tuberías pueden ser enterradas en zanjas
- sumideros de lixiviados, torres, tubos y otros puntos de control
- infraestructura de descarga de líquido (técnicas de recirculación de lixiviados o de descarga de condensado).

Una vez que se ha examinado el área de estudio, es aconsejable situar sobre un mapa la ubicación de las distintas zonas / puntos críticos que deben ser monitoreadas. Este trabajo facilitará la agrupación de zonas según características.

6.6.4.5 Monitoreo en vertedero mediante campana de flujo de gases en el vertedero

El método de la campana de flujo permite cuantificar las emisiones totales de metano en el área de estudio, permitiendo identificar los lugares donde el flujo de gas medido en la cobertura supera las emisiones estándar, de forma que se proceda a la remediación del área.

La Tabla 54 presenta el orden de emisiones superficiales ($\text{mg/m}^2/\text{s}$) que cabe esperar según el tipo de área del vertedero que esté en estudio.

Tabla 54. Emisiones estándar en diferentes áreas de vertedero (Environment Agency, 1998, 2001).

Área homogénea	Emisiones CH_4 superficiales estándar
Cualquier área con cobertura permanente	0,001 $\text{mg/m}^2/\text{s}$
Cualquier área con cobertura interna o temporal	0,1 $\text{mg/m}^2/\text{s}$

A la hora de diseñar esta caja de flujo de flujo, se debe asegurar que:

- se controlan de forma conjunta áreas con características similares;
- toda cobertura (permanente, temporal) así como todos los puntos críticos (pozos, tuberías, taludes, bordes de relleno o de uniones de tapado, área vegetal con muestra de estrés, etc.) presentes en el vertedero, se miden de forma única. El diseño que la campana debe tener unas dimensiones adecuadas para la medida de dichos puntos.
- los puntos de monitoreo son representativos de los potenciales focos definidos en el párrafo anterior.



La campana de flujo puede fabricarse mediante un contenedor abierto en la base, con una línea de muestreo conectada al equipo de monitoreo. La Figura 82 muestra un ejemplo de campana de flujo y detector de metano para medidas en campo.



Figura 82. Instalación de campana de flujo y detector de CH₄ para medidas en campo (Environment Agency - Guidance on monitoring landfill gas surface emissions).

6.6.4.6 Número de puntos de monitoreo

El número de puntos de monitoreo va en función del tamaño del área de cobertura; inferior a 5.000 m² y superior a 5000 m². En ambas clasificaciones, el número mínimo de puntos de monitoreo en una zona es de 6 (USEPA, 1986).

Para coberturas superiores a 5000 m², el número de puntos de monitoreo depende del área y se calcula según la siguiente formula:

$$n = 6 + 0.15 \sqrt{Z}, \text{ donde } Z \text{ son los m}^2 \text{ del área de cobertura.}$$

Una vez que se ha determinado el número de puntos de monitoreo necesarios, se divide el área con un patrón de cuadrícula regular (ver Figura 83). La figura muestra la identificación sobre el mapa de áreas de cobertura permanente (PC) y temporal (TC), así como los potenciales focos dentro de la infraestructura del vertedero (F1, F2), zonas de operación (O1), pozos (L1, L2), etc.



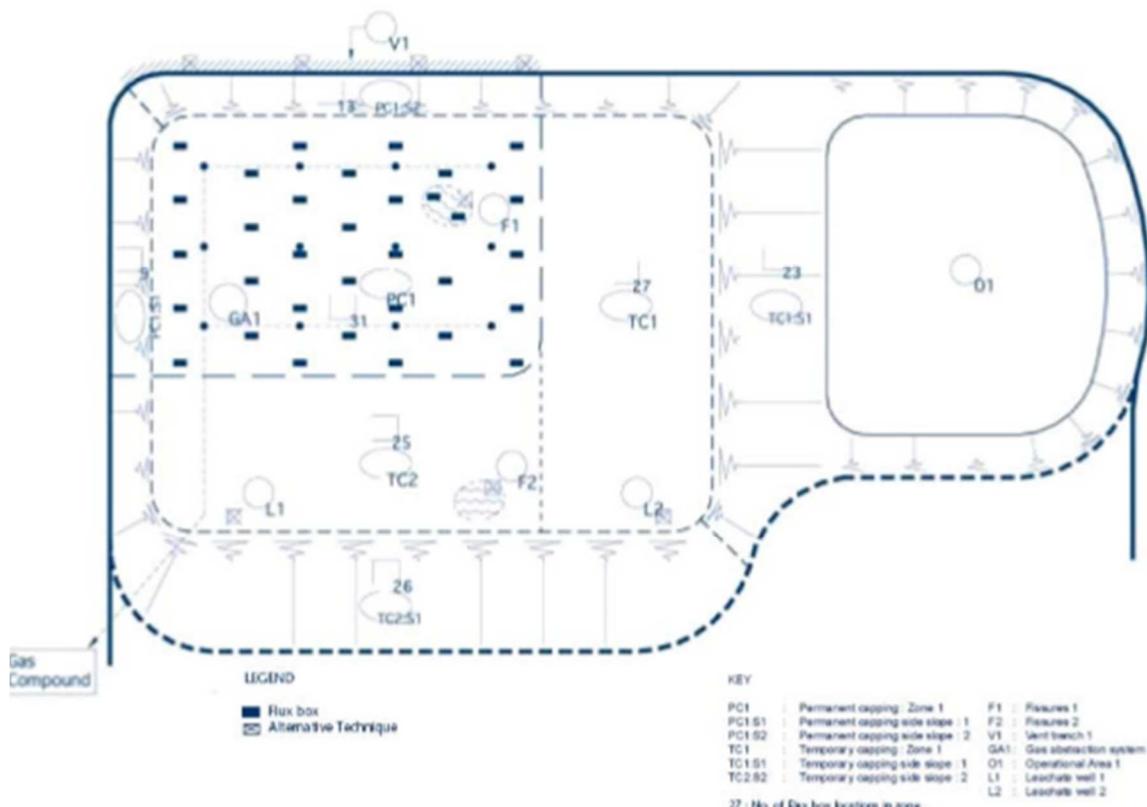


Figura 83. Ejemplo de monitoreo de emisiones – patrones de espacio y frecuencia (Environment Agency - Guidance on monitoring landfill gas surface emissions).

6.6.5 Plan de acción en la gestión de gases

De forma general, un plan de gestión de gases minimiza y/o previene el impacto odorífero mediante los siguientes protocolos:

- Control sobre el diseño.
- Control operacional, el cual incluye prevención y minimización de olores, así como posibilidad de uso de sustancias neutralizantes.
- Eficiencia en la recuperación de gases.

6.6.5.1 Medidas de control en el diseño del vertedero para la gestión de gases

En relación al control sobre el diseño, la Tabla 55 describe un resumen de algunos de los ítems más significativos para llevar a cabo una correcta gestión en el vertedero:



Tabla 55. Control de olor mediante diseño⁵

Mecanismo	Descripción
Localización	Preferiblemente localización alejada de los receptores potenciales.
Diseño de la ruta de recogida	Evitar, en la medida de lo posible, las rutas por las zonas residenciales y receptores sensibles. Asegurar que la carga de los camiones de recogida llega a destino y se procesa con rapidez, minimizando el tiempo que la carga en el vehículo.
Tamaño de celdas	Ajustar el tamaño de celda, de forma que las operaciones de cobertura y la extracción de biogás pueda optimizarse al máximo.
Diseño de los taludes	El diseño de los taludes debe permitir la instalación de pozos de captación de biogás, si estos son requeridos.
Zonas antiguas de deposición de residuos	Siempre que sea posible, evitar excavar en las zonas de deposición de antiguos residuos. Diseñar el vertedero teniendo en cuenta que se permita realizar siempre la cobertura diaria, y que la extracción de biogás no sea afectada por las operaciones futuras.
Cobertura diaria	<p>Se debe asegurar la idoneidad de la cobertura diaria para la correcta mitigación de olores, tanto en relación al espesor como a la calidad del material. La Agencia del Medioambiente describe en la Guía LFE6 – “Guidance of the use of landfill cover materials. Ref:GEHO0409” los requerimientos para la realización de una cobertura diaria adecuada. Así mismo la Guía de la EPA – “Nov. 2011, Guidance Note on MSW Landfill Daily and Cover. Consultation Draft” describe históricamente las características de la cobertura, siendo esta una capa no putrefactible, con materiales no combustibles, la cual se aplica progresivamente sobre los residuos, de forma que tanto el área de deposición de residuos como la zona de taludes quede cubierta con un espesor de 15 cm. al final de cada jornada de trabajo.</p> <p>La tipología y espesor de la cobertura diaria dependerá de la naturaleza y edad del residuo, de las condiciones climáticas inclusive temperatura, de la proximidad de los receptores sensibles, así como del volumen diario (tn.) de entrada de residuo al vertedero. Por otra parte, las directrices de la EPA indican que la cobertura diaria no debiese:</p> <ul style="list-style-type: none"> - representar un foco de olor en sí misma, - aumentar molestias debido a moscas, polvo, aumento de aves en la zona de vertedero, - ser fuente de contaminación, - incumplir licencias en relación al tipo de residuos aceptados en el vertedero (caso de la cobertura Hessian, la cual es desaconsejada por la EPA por este motivo). <p>Por otra parte, debido a la importancia del rol de la cobertura diaria en relación a la mitigación del olor, existen investigaciones publicadas sobre las alternativas existentes para estos materiales de cobertura⁶. Esta publicación indica que uno de los tipos de materiales óptimos como cobertura consiste en suelo con fracción de madera (astillas) u otro material de origen vegetal, tal y como el utilizado en los biofiltros. Este material debe estar disponible en el vertedero y debe presentar las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ser permeable, aunque con capacidad para retener agua, - permitir un flujo adecuado, - no combustible, - pesado y abrasivo en proporción adecuada de forma que evitar el aumento de aves en la zona de vertedero, - eficacia de abatimiento de olores en el rango del 50% al 70%



⁵Based on P McKendry, J H Looney, A McKenzie (2002) Managing Odour Risk at Landfill Sites: Main Report. Viridis

⁶Solan, P.J., Dodd, V.A. and Curran T.P. (2010). Evaluation of the odour reduction potential of alternatives cover materials at a comercial landfill. Bioresource Technology. Volume 101, Issue 4, February 20 1115-1119.

6.6.5.2 *Medidas de control operacional en el vertedero para la gestión de gases*

A continuación, La Tabla 56 presenta los objetivo principales en relación a las prácticas de control de olores que debe adoptar el operador en vertedero. Se debe tener en cuenta que no solo se trata de medidas de carácter medioambiental, sino que estas permitirán maximizar los ingresos procedentes de la utilización de biogás cuando exista la posibilidad.

Tabla 56. Sumario de operaciones de control en vertedero⁵

Mecanismo	Descripción
Aceptación de residuos	Verificar que los desechos recibidos están en conformidad con la licencia que aplica y no son excesivamente olorosos.
Disposición de residuos con olor	Los residuos especialmente olorosos deben estar en zonas alejadas de los receptores y bajo condiciones meteorológicas que no den lugar a quejas por parte de los vecinos o aumento de estas. Los residuos se deben cubrir tan pronto como sea posible. Si esta condición no se cumple, los residuos no deben aceptarse.
Cobertura diaria e intermedia	La cobertura debe llevarse a cabo progresivamente según se van depositando los residuos. Esta debe tener un espesor adecuado. En el caso de la cobertura intermedia, esta pudiese requerir un mayor espesor si la actividad de relleno no es diaria. En todo caso, se debe evitar la percolación de lixiviados.
Zona de vertido	Se debe garantizar que el área descubierta durante los trabajos de deposición en la celda activa es la mínima posible. Este criterio debe figurar en el plan de trabajo del lugar, así como en el protocolo de seguridad y salud.
Cobertura rápida y eficaz.	Asegurar que todas las áreas y taludes que apliquen son tapados tan pronto como sea seguro hacerlo.
Diseño y operación del sistema de desgasificación	El biogás debe ser recogido por los sistemas previamente instalados de forma rápida, para posterior uso.
Gestión de lixiviados	Los lixiviados se deben almacenar en tanques sellados cuando sea necesario, a su vez deben estar situados lejos de los receptores.
Sistema de recolección y bocas de pozos de extracción	El sistema de recolección de gases y las bocas de los pozos se inspeccionará periódicamente, con el fin de detectar posibles defectos que requieran mantenimiento.
Restauración de suelos	La restauración de suelos debe llevarse a cabo adecuadamente, con el fin de evitar daños en la cobertura a causa de la vegetación.
Neutralizadores de olores	Posibilidad de uso de enmascarantes o agentes químicos neutralizantes.

⁵ Based on P McKendry, J H Looney, A McKenzie (2002) Managing Odour Risk at Landfill Sites: Main Report. Viridis

A continuación, se describe en mayor detalle las operaciones más relevantes de control citadas en la Tabla 56.



6.6.5.2.1 Aceptación de residuos olorosos

Cada emplazamiento, así como el operador del vertedero, debe contar con protocolos y criterios de aceptación de residuos olorosos. Las medidas necesarias para controlar la aceptación de dichos residuos irán desde la pre-aceptación de estos residuos, identificar aquellos con elevado potencial de olor, que el operador realice inspecciones en relación al nivel de olor de estos, prohibir si se considera necesario la deposición de ciertos residuos en la celda debido a un nivel de olor superior al promedio, así como identificar residuos potencialmente generadores de gas con fuerte nivel de olor. En general, durante el transcurso de la actividad de un vertedero, incluso aplicando las medidas de control, es inevitable que se produzca algún escape de gas que pueda causar contaminación por olor. El yeso y otros residuos que contengan sulfatos no deben desecharse en la misma celda junto con otros residuos, como por ejemplo los biodegradables. Los operarios deben cumplir con las regulaciones vigentes, por ejemplo, consultar - Environment Agency (2008) "Landfilling of gypsum waste including plasterboard. MWRP PS 007 Version 1 Issued: November 2008 (amended January 2011).

6.6.5.2.2 Zona de vertido

Las directrices según el documento de la Agencia Medioambiental - MSW Landfill Daily and Intermediate Cover - indica que el equilibrio entre la seguridad operacional y el control de olores conduce a una zona de vertido en el rango de 900 a 1200 m² para la gran mayoría de emplazamientos. Esto será determinado en el plan de trabajo de cada lugar, así como en relación a los aspectos de seguridad y salud, pudiendo llegar a más de 1600 m² en los sitios más grandes (emplazamientos con múltiples compactadores y un volumen de toneladas de entrada alto). El operador debe justificar que el tamaño del frente de vertido es óptimo, según el emplazamiento y las Mejores Técnicas Disponibles para el control de olores; por ejemplo, se aplica una cubierta intermedia más gruesa que la cubierta diaria en aquellas áreas donde no se produce deposición de residuos en 7 días o más.

6.6.5.2.3 Cobertura rápida y eficaz

La Agencia del Medioambiente expone que la contención en un vertedero se lleva a cabo mediante el diseño adecuado de barreras, en combinación con la extracción de biogás, así como mediante el control y minimización de la emisión de gases de vertedero. El grado de contención es proporcionado por:

- El diseño del revestimiento de los lados y la base del vertedero, para evitar el movimiento no controlado de los gases.
- El diseño de ingeniería para cubrir la superficie, con objeto de reducir la tasa de emisión directa de gases de vertedero a la atmósfera y el control de la entrada de aire (así como el control de la entrada de agua de lluvia).
- La reducción de presión de gas in-situ mediante la extracción de biogás.

Generalmente, los taludes no suelen tener coberturas adecuadas y la extracción de biogás en estas áreas tampoco es la adecuada⁷. La tasa de emisión en los taludes suele ser 4 veces superior a la tasa de emisión asociada a las zonas de superficie de la celda al uso⁸. Una de las mejores técnicas disponibles a aplicar, en caso que la zona de taludes vaya a estar abierta más de 6 meses⁹, consiste en aplicar una cobertura temporal hasta el momento en que estos vayan a conformar la zona de vertido nuevamente.

⁷Casey, J.W., Sheridan, B.A., Henry, M., Reynolds, K. 2008. Effective tools for Managing odours from landfill facilities in Ireland. International Conference on Environmental Odour Monitoring and Control, July 2008.

⁸Barry, D.L., Watts, M., Smith, R. 2004. Practical gas emissions control during landfilling. Proc. Waste 2004 Conf. Integrated Waste Management and Pollution Control (2004) 315-324.

⁹Landfill Gas Industry Code of Practice: The Management of Landfill Gas (March 2012)

6.6.5.2.4 Diseño y operación del sistema de desgasificación

En función de la tipología de residuos, su estado, así como la vida útil de la zona de operación, se pueden requerir sistemas de extracción temporales, de sacrificio o sistemas de extracción permanentes. Estos



sistemas pueden consistir en pozos de impacto (horizontales o verticales) y tuberías (flexibles o rígidas), temporales o permanentes. Independientemente del método elegido, la interrupción de la actividad operacional debe ser prevista y minimizada al máximo a través de una planificación adecuada.

En relación a las mejores prácticas en la actualidad, la distancia entre pozos permanentes de extracción es, en general, una malla triangular de 40 metros, lo cual se traduce en que cada pozo tendrá un radio de influencia de alrededor de 20 metros⁹. Para los pozos de control de olor el espacio puede ser inferior.

Los sistemas temporales de recogida de gas se utilizan generalmente en celdas grandes, con el objetivo de tener un control de gases previa instalación del sistema permanente (ver Tabla 57). Por otra parte cabe mencionar La Guía de Reducción de Gases en Vertedero, 2015; Dep. Medio Ambiente Gobierno Vasco; la cual presenta una descripción detallada sobre el diseño y construcción de pozos, así como conexiones adecuadas en fase de explotación.

Tabla 57. Tipos de sistemas de recolección de gas⁹.

Tipo de sistema	Definición
Pozos de gas temporales (sacrificio)	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de vida limitado (por ejemplo, instalación en área de operación). • No están asociados a trabajos de instalación intrusivos, podrían situarse a nivel sub-superficial. • Podrían construirse sobre conexiones y tuberías temporales.
Pozos temporales	<ul style="list-style-type: none"> • Se prevé que sean instalados y eliminados en un periodo de 6 meses (ejem: coberturas temporales). • No están asociados a trabajos de instalación intrusivos, podría ser a nivel sub-superficial. • Podrían construirse sobre conexiones y tuberías temporales.
Semi-permanentes	<ul style="list-style-type: none"> • Se prevé que sea una solución intermedia (periodos > 6 meses, ejem: fase previa a la cobertura permanente o restauración). • Podría implicar una instalación intrusiva (periodo > 1 mes), teniendo en cuenta las localizaciones de los lugares de instalación así como las tuberías asociados a éstos. • No pueden asociarse a tuberías o conexiones temporales, sino que deben construirse tuberías de polietileno (PE) y utilizarse técnicas de soldadura.
Permanentes	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevan a cabo en la etapa previa de instalaciones de largo término (años), su instalación se realiza posteriormente a los trabajos de cobertura o restauración. • Podría implicar una instalación intrusiva (periodo > 1 mes), teniendo en cuenta las localizaciones de los lugares así como la disposición de las tuberías asociados a éstos. • No pueden asociarse a tuberías o conexiones temporales, sino que deben construirse tuberías de polietileno (PE) y utilizarse técnicas de soldadura.

El biogás se produce a diferentes velocidades a través de la masa de residuos, ya que dicha masa no es homogénea. Los pozos de extracción dentro del vertedero se deben configurar de forma individual, y operarlos de forma balanceada y de esta forma maximizar la cantidad sostenible de gas extraído. La extracción excesiva en un mismo pozo de gas puede extraer demasiado aire a través de la cobertura, de la propia infraestructura o de la zona donde está instalado. El oxígeno del aire es utilizado por microbios aerobios para producir dióxido de carbono (CO₂) en lugar de metano (CH₄), y por tanto reducir el valor calorífico del gas y potenciar que los residuos aeróbicos puedan originar incendios en la parte subterránea del vertedero.

Las antorchas de bajo poder calorífico (LoCal) permiten la desgasificación segura y eficiente en vertederos antiguos o lugares con gas de baja calidad. Estas antorchas, a alta temperatura, pueden proporcionar un mayor control del gas en el final de la vida útil del vertedero, así como el nivel de temperatura evita problemas de contaminación. Estas antorchas, operando a alta temperatura, son cada vez más demandadas debido a estándares más exigentes requeridos a posteriori⁹. Este hecho se producirá en mayor medida cuando los gobiernos adopten estrategias de basura cero.

Por otra parte, y a lo largo de la vida útil del vertedero, se podría requerir la quema de los gases de vertedero en antorcha en 2 situaciones:



a/ Si no existe ninguna opción de aprovechamiento. Por ejemplo, cuando la cantidad de gases que puede recuperarse sobrepasa la capacidad de aprovechamiento; cuando, por la razón que fuere, no se dispone de capacidad de aprovechamiento; o cuando la calidad del gas es insuficiente para poder aprovecharlo.

b/ Quema puntual de gases de vertedero, por ejemplo, cuando se reduce temporalmente la capacidad de aprovechamiento debido a trabajos de mantenimiento o reparaciones.



Figura 84. Ejemplo pozo de extracción de biogás (SRL Consulting).

6.6.5.2.5 Mantenimiento del sistema de recolección de biogás y bocas de pozo: Identificación de defectos

Un defecto se define como un fallo en los sistemas de contención o de extracción, lo cual genera una situación anómala permitiendo el paso de volúmenes de gas, aire o agua dentro o fuera del sistema, afectando al rendimiento de dicho sistema. Estos defectos pueden ocurrir:

- durante el proceso de construcción,
- por problemas de diseño (los cuales deberían ser recopilados durante la fase de puesta en marcha),
- a través de asentamientos irregulares,
- en el proceso posterior a la instalación por daños por impacto.

Un buen diseño, instalación y la práctica operativa reducirá al mínimo la posibilidad de que se produzcan defectos.

Por otra parte, la identificación de estos defectos puede darse a través de las siguientes actividades:

- observación visual,
- identificación de olores,
- medida de la fuga de gas con el equipo FID,
- identificación mediante análisis de balance de datos,

Los defectos pueden ocurrir en cualquier momento de la vida útil del vertedero, por tanto, una vez que se identifica un defecto, la reparación es un proceso continuo y permanente. Cuanto más frecuentemente se



realicen inspecciones de los defectos, mejor será la gestión de gas y recolección de este. Tener un sistema de gestión defectos se considera una Mejor Técnica Disponible en relación al control de olores.

Para resumir los requisitos mínimos para la validación de los sistemas de gestión y tratamiento de gases, la Agencia del Medioambiente expone las siguientes medidas aplicadas en el momento de la instalación (no con objeto de demostrar el rendimiento en curso):

- Inspección visual de tuberías antes de cubrir.
- Prueba de funcionamiento en tuberías, con objeto de verificar la idoneidad de estas. Por ejemplo, pruebas de presión, en un nivel acorde al diseño de la tubería.
- Supervisar y registrar la instalación de los pozos de recogida de gas.
- Supervisar la localización de tuberías, pozos de captación y otras medidas de control instaladas.
- Teniendo en cuenta que las tuberías de recogida y los pozos se han construido de acuerdo al diseño establecido, verificar si los diámetros de tubería son correctos, el tamaño de pozo, la profundidad, los gradientes de tuberías, etc.
- Comprobar que todos los elementos de los sistemas de recogida y tratamiento de la planta, cumplen con el diseño y los objetivos establecidos en el plan de certificación de calidad.
- Los detalles de la puesta en marcha y pruebas de la planta.

6.6.5.2.6 Neutralizadores de olores

Los agentes enmascarantes podrían ser adecuados para colaborar con el control de olores de grandes fuentes de área grandes, como es el caso de los vertederos. Aun así, no debe confiarse en estas sustancias para el control de olores, sino más bien visualizar esta opción como una actuación de "última línea de defensa", después de llevar a cabo prácticas de gestión rigurosas y tener en cuenta las distancias de seguridad adecuadas. Estos agentes son, a menudo, más adecuados para la aplicación en algún proceso que pueda fallar puntualmente o emisiones puntuales con valores más altos de lo normal, más que para el control diario. Por otra parte, la visión de la Agencia de Medio Ambiente - (March 2011) Additional guidance for: H4 Odour Management How to comply with your environmental permit, indica que los agentes enmascarantes que inhiben los receptores del sentido del olfato no debe ser utilizados. Estos perfumes se perciben a menudo tan ofensivos como el olor original, simplemente añadiendo otro contaminante a la atmósfera.

La NIEA (2009), Guidance for Operators on Odour Management at Intensive Livestock IPPC Installations, version 3, June 2009; expone que el uso de aditivos para enmascarar, contrarrestar o neutralizar el olor solamente son adecuados para las operaciones a corto plazo, como por ejemplo la transferencia de material o la adición a un lote particularmente oloroso de purines. Los aditivos no deben ser considerados una opción a largo plazo ni medioambiental ni económicamente. El olor de agentes enmascarantes puede atraer a menudo muchas quejas debido al olor que están tratando de cubrir.

6.6.5.3 *Eficiencia de la recuperación de gases*

En los proyectos de desgasificación, el gas se recupera mediante pozos de captación ubicados entre los residuos. En prácticamente todos los casos, el gas se recupera de forma activa, utilizando soplantes para generar una presión de aspiración en los pozos. El gas se capta y se transporta a una instalación donde se aprovecha o bien se quema en antorcha. En los vertederos que aprovechan el gas, este se convierte en energía que puede venderse (en la mayoría de proyectos se utiliza para generar electricidad, aunque en algunos casos también se emplea para generar calor o como sustituto del gas natural). En los últimos años, se ha prestado especial atención a los sistemas de recuperación pasiva de metano y a los sistemas de oxidación de dicho gas.

La eficiencia de la recuperación de los gases de vertedero se define como el ratio entre la cantidad de gas recuperado y la cantidad de gas generado. Hay dos formas de analizar la eficiencia de recuperación del gas:



- a) La eficiencia en un determinado momento (hora, día, años) y
- b) la eficiencia total durante el período de explotación del vertedero.

La eficiencia instantánea es el ratio entre la cantidad de gas recuperado y la cantidad de gas generado en un momento determinado. La eficiencia integral se define como la cantidad de metano que se recupera a partir de las emisiones generadas durante la vida útil de un vertedero.

Un sistema de recuperación de gases de vertedero debe evaluarse en base a su eficiencia integral. Este análisis también permitirá identificar los motivos que pudiesen provocar una disminución en la eficiencia de la recuperación de los gases de vertedero. Las causas de la ineficiencia son las siguientes:¹⁰

- Gran parte de la ineficiencia es debida al metano generado durante la fase de explotación. Si durante esta fase no se recupera el gas producido, se generan emisiones y se reduce de forma significativa la eficiencia integral del proceso.
- Otra causa de la ineficiencia en los primeros años de extracción del gas está relacionada con la magnitud de aprovechamiento de gases de vertedero. La capacidad, por ejemplo, de un motor de gas para producir electricidad se basa principalmente en la cantidad de gas de vertedero estimada a largo plazo. Esta decisión es de índole económica. La rentabilidad de un proyecto de gases de vertedero se reduce cuando un motor no se puede utilizar a su máxima capacidad. Una vez seleccionada esta capacidad de aprovechamiento, no existe ningún tipo de incentivo para maximizar la recuperación de gas de vertedero por encima de la capacidad establecida, lo que conlleva, por ejemplo, la combustión del gas que no puede aprovecharse. Si se supone que un vertedero genera de manera estimada 1000 m³ de gas de vertedero por hora, podemos considerar técnicamente recuperable un máximo de 650 m³ por hora. Dado que a largo plazo estas cantidades disminuirán, puede establecerse una capacidad de tan solo 400 m³/h por hora basándose en motivos económicos. A medida que la generación de gas disminuye, se espera que estos 400 m³ constituyan la cantidad de gas de vertedero recuperable a lo largo de un periodo de 5 a 10 años. Una vez establecida esta capacidad de aprovechamiento, no existe ningún tipo de incentivo para maximizar la recuperación de gas más allá de los 400 m³/h. Las normas o disposiciones estipuladas en las autorizaciones que requieren quemar el exceso de gases de vertedero podrían aportar tal incentivo.
- Cuando la generación de gases de vertedero se reduce y cada vez es necesario realizar un mayor esfuerzo para recuperar una cantidad suficiente de gas para su aprovechamiento, mayor será la eficiencia del proceso de recuperación y esta estará determinada por las limitaciones técnicas del sistema.

La eficiencia de recuperación de los gases de vertedero depende del sistema de pozos (construcción, número de pozos por área determinada, presencia de pozos en los taludes, mantenimiento), pero también es función de la composición y la densidad de los residuos, la geometría del vertedero y el tipo de cobertura del vertedero.

- Es posible maximizar la recuperación de los gases en vertedero si este está impermeabilizado mediante un sistema de revestimiento u otro tipo de material de cobertura impermeable. No obstante, al evitar la entrada de agua, se inhibe la generación de metano y, por lo tanto, es de esperar que dicha velocidad de generación se reduzca respecto a la predicha en los modelos.

¹⁰ Documento Guía sobre la reducción de las emisiones de gases de vertedero, Abril 2015, Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco.



El retraso en la aplicación de un sistema de revestimiento impermeable o el uso de una cobertura semipermeable influye en la eficiencia de la recuperación de los gases de vertedero. En la mayoría de casos, el impacto sobre la eficiencia de recuperación integral es limitado, ya que gran parte del potencial de generación de gases de vertedero se ha generado antes de sellar el vertedero.

6.6.5.3.1 Recuperación de gases durante la explotación

La recuperación eficiente de gases de vertedero resulta un desafío mucho mayor durante la explotación que después que el emplazamiento quede clausurado y la cobertura final aplicada. Eso sucede por diversas razones:

- La recogida y recuperación de gases de vertedero puede obstaculizar las actividades habituales del vertedero, como son el vertido, extensión, compactación y recubrimiento diario de los residuos. El personal que trabaja en el frente de vertido no debe perder de vista la infraestructura de recuperación cuando conduce maquinaria pesada. Los incidentes y accidentes (por ejemplo, un vehículo compactador que daña una tubería de captación) tienen un efecto inmediato en la recuperación de los gases de vertedero.
- La recuperación conlleva dificultades técnicas. Los pozos de captación de gases de vertedero necesitan una determinada cantidad de residuos sobre el punto en el que se aplica la presión de aspiración para evitar la intrusión de aire. En el caso de los pozos verticales, esto se consigue instalando una tubería que carece de ranuras en la parte superior del pozo. Durante la explotación de los pozos han de adoptarse medidas similares; se requieren aproximadamente entre 3 y 5 metros de residuos sobre el filtro del pozo (vertical u horizontal).
- La recogida de gases de los pozos también resulta un desafío de tipo técnico. No obstante, existen diversas soluciones que pueden consultarse en la bibliografía aquí referida, especialmente en La Guía de Reducción de Gases en Vertedero, 2015; del Dep. Medio Ambiente del Gobierno Vasco.
- La posibilidad de intrusión de aire es mayor en las zonas en explotación que en las secciones clausuradas del vertedero. Aunque los residuos estén compactados, su asentamiento está todavía por iniciarse. Debido a ello, los residuos recién depositados presentan una mayor porosidad que los residuos antiguos. Por su parte, las coberturas diarias de materiales porosos y de poco espesor tampoco contribuyen a la recuperación de gases. En consecuencia, únicamente puede ejercerse una presión de aspiración limitada en los pozos de las secciones del vertedero en explotación, lo que se traduce en unas zonas de influencia también limitadas.

A pesar de estos retos, existen diversas opciones para maximizar la recuperación de gases durante la explotación. Algunas de ellas pueden implantarse de forma conjunta, lo que permite maximizar la eficiencia de recuperación en esta fase, algo fundamental para reducir las emisiones de metano a atmósfera, reduciendo las emisiones fugitivas y en consecuencia el nivel de olor en foco y el impacto en inmisión.

- Las secciones del vertedero deben ser lo más pequeñas posible a fin de que alcancen su altura final en el menor tiempo posible. A continuación, y también lo antes posible, ha de realizarse una cobertura temporal que permita recuperar los gases de vertedero a la mayor brevedad.
- Aunque las dificultades técnicas son mayores que las que entraña la recuperación de gases de una sección clausurada, es posible recuperar cierta cantidad de gas de una sección del vertedero que se encuentre en la fase de vertido. Los pozos verticales elevados con recogida en el fondo o dotados de un sistema de captación temporal en la parte superior son algunas opciones existentes. Los pozos horizontales son más adecuados para la recuperación de gases durante la explotación, aunque resultan más caros.
- Los problemas que genera la interacción entre las actividades habituales de explotación (vertido, compactación, etc.) y la recuperación de gases pueden minimizarse reduciendo todo lo posible la zona activa de vertido. En ese caso, se pueden desconectar temporalmente los pozos de captación correspondientes y reubicar transitoriamente el sistema de captación en terrenos más seguros.
- También pueden utilizarse pozos temporales en las secciones en explotación, por ejemplo, para aumentar la densidad de los pozos, cuando los pozos en construcción tienen una zona de influencia limitada

o en caso de que no resulte posible recuperar los gases de vertedero durante la explotación. Los pozos temporales pueden ser horizontales, verticales o consistir en «picas», y se construyen para permanecer activos durante un tiempo limitado. La experiencia documentada con pozos temporales es más bien escasa. Según la misma, los pozos horizontales ofrecen probablemente mejores resultados que los verticales. La zona de influencia y, en consecuencia, la efectividad de las «picas» resulta dudosa. Además, la rentabilidad de estos pozos temporales en lo que refiere a la reducción de las emisiones de metano es cuestionable. Esta circunstancia puede cambiar cuando se disponga de datos de medición adecuados obtenidos en ensayos en campo. Los pozos temporales pueden tener su utilidad, por ejemplo, cuando las operaciones de vertido provocan serios problemas de olores y estos tienen su origen en los gases generados por residuos recientes.

- El uso de un sistema de captación separado para recuperar los gases de vertedero de menor calidad es una opción para hacer frente a la alta permeabilidad de los residuos recientes y la pequeña zona de influencia de los pozos de recogida que se deriva de ello. En muchos casos, no obstante, este segundo sistema de captación no resulta rentable. La experiencia en la construcción y utilización de este tipo de sistemas es limitada. En situaciones concretas, por ejemplo, si se generan malos olores, un sistema temporal de captación puede ser parte de la solución.

6.6.5.3.2 Aprovechamiento de gases de vertedero

Las entidades explotadoras deben recuperar la cantidad máxima posible de gas a lo largo de todo el ciclo de vida del vertedero, de forma idónea realizando aprovechamiento de este aplicando las Mejores Técnicas Disponibles y mediante las siguientes técnicas:

- Uso directo de los gases de vertedero como combustible.
- Generación de electricidad.
- Cogeneración de calor y electricidad.
- Depuración para obtener un gas de calidad semejante a la del gas natural e introducirlo a la red de distribución de gas.

Este aprovechamiento minimizará el impacto de olor en inmisión, el cual proviene mayoritariamente de las emisiones de la celda en operación (frente de vertido). Existen una serie de factores que determinan la elección final del método de aprovechamiento de los gases de vertedero. Uno de los más importantes es la calidad mínima de gas necesaria para poder ser aprovechado. Algunos métodos (ejem: la depuración de los gases para obtener un gas con calidad de gas natural) requieren un contenido de metano más elevado que otros. Esto limita las posibilidades de optimizar la recuperación de los gases de vertedero mediante el aumento de la presión de aspiración en el pozo, por lo que se acepta, en consecuencia, una menor calidad del gas. Esta información puede ampliarse en detalle en La Guía de Reducción de Gases en Vertedero, 2015; del Dep. Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

6.7 Medidas correctoras en EDAR's

Según los análisis presentados en el apartado 3.5.2.7 a 3.5.2.10 se estima que existen etapas dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales susceptibles de generar impacto odorífero en el entorno. Estas etapas, en general se asocian a la obra de entrada, decantadores (primarios, secundarios), tratamiento de lodos, con lo cual se deben plantear sistemas de desodorización en estas etapas. Los sistemas de desodorización pueden ser scrubbers, bioscrubbers, biotrickling, filtros de carbon activado, biofiltros, etc. En la mayor parte de las EDAR's suelen plantearse lavadores químicos (scrubbers). Si estos sistemas no se mantienen en condiciones óptimas o no se les proporciona la dosificación de compuestos químicos adecuada, dichos sistemas no podrán asegurar la minimización o eliminación del impacto odorífero en el entorno (ej: eficiencia sistema de desodorización La Gavia 13,3%).



6.7.1 Lavadores o “scrubbers”

6.7.1.1 Descripción y principios de operación

Los scrubbers ponen en contacto de forma brusca el aire oloroso con una solución lavadora, la cual generalmente circula a contracorriente, de manera que los contaminantes presentes en el aire sean transferidos a la fase acuosa, es decir, se absorban en ésta. Para aumentar la eficiencia de absorción, la fase acuosa contiene productos químicos que reaccionan con los compuestos olorosos y los transforman en formas iónicas o los oxidan a sustancias menos olorosas. Parte de la solución lavadora puede ser recirculada mientras que el resto requerirá un tratamiento posterior.

Existen diferentes tipologías como los lavadores ácidos (con H_2SO_4 u otros), lavadores alcalinos (con $NaOH$ u otros), o lavadores oxidantes (donde se produce la oxidación de los contaminantes utilizando $NaClO$ o ClO_2 en $NaOH$, $KMnO_4$, o H_2O_2). Habitualmente los gases ácidos o básicos son absorbidos en soluciones de pH controlado, mientras que los olores son lavados en soluciones químicas según su composición.

6.7.1.2 Aplicación práctica

La eficiencia de la transferencia de masa de los contaminantes en la fase líquida dependerá de la solubilidad de estos, la temperatura, el tiempo y del área de contacto entre ambas fases.

Existen varios factores que determinan la selección de las características del líquido lavador: las propiedades de los compuestos olorosos que contiene el gas a tratar y la eficiencia de eliminación que se pretende alcanzar. Los lavadores de gases (scrubbers), son un buen método para tratar caudales elevados de aire que contienen concentraciones de bajas a medias de compuestos olorosos. En ocasiones, este tipo de tecnologías son usadas cuando la incineración del aire contaminado resulta económicamente prohibitiva. Los equipos de lavado de gases pueden ser usados como:

- Sistema de control primario
- Sistema de pretratamiento de otros sistemas de control (por ejemplo biofiltración).

Actualmente, los scrubbers pueden tratar una gama muy amplia de compuestos gracias a la reactividad de los productos químicos usados. Por otra parte, hay ciertos aspectos a considerar en relación al uso de estos reactivos. A veces, por ejemplo, los productos oxidantes pueden provocar la formación de compuestos olorosos que subsecuentemente serán emitidos a la atmósfera. Del mismo modo, un mal manejo de efluentes puede generar focos de olores o, si un scrubber está mal diseñado y/o las medidas de control no son las adecuadas, puede convertirse en un foco secundario de olor.

El personal de la instalación requiere formación y capacitación para llevar a cabo y controlar la tecnología del proceso químico que se está realizando. Es necesario implantar las medidas de seguridad y salud necesarias para manipular y almacenar los productos químicos.

Para eliminar H_2S , las eficiencias obtenidas pueden no ser suficientes y hay que considerar la opción de tratar el olor residual con un biofiltro o un filtro de carbón activo. Cuando el aire contaminado presenta niveles altos de H_2S ($> 50ppm$) se debe considerar la instalación de un filtro catalítico de hierro como pretratamiento para reducir el uso de productos químicos.

Si se utiliza un segundo tratamiento biológico para acabar de eliminar los olores residuales, se debe evitar introducir compuestos oxidante, ácidos, etc. que puedan afectar la biomasa microbiana. Por ejemplo, una dosificación excesiva con hipoclorito puede provocar emisiones de cloro residual que inhiban la actividad de los microorganismos presentes en el biofiltro. En el caso de dos etapas de lavado, una primera ácida y una posterior alcalina, si no se elimina adecuadamente el amoníaco en la primera fase este puede reaccionar con hipoclorito de la segunda para formar cloraminas, altamente tóxicas.



Asimismo, al utilizar un sistema de carbón activo para eliminar los olores residuales hay que tener en cuenta que la humedad del efluente puede reducir la eficiencia del sistema de adsorción y la vida útil del carbón activo. La humedad relativa del aire a la entrada del sistema de adsorción debe ser inferior al 80%, esto se puede lograr aumentando 10°C la temperatura de la corriente gaseosa. Por otra parte, la temperatura de gases en el sistema de adsorción debe mantenerse inferior a 40°C.

6.7.1.3 Eficacias de eliminación de olores

Las eficiencias de eliminación de olores pueden variar entre 70 y 99%. Comportando olores residuales en las emisiones de salida entre 500 y 1000 uo_E/m^3 , las eficiencias de eliminación de H_2S se sitúan entre 90-99%.

Cabe destacar que las eficacias detectadas en las EDAR's evaluadas presentan valores inferiores al 40% y por lo tanto mejorables. Para ello es necesario optimizar su diseño y parámetros de operación (por ejemplo utilizando los reactivos químicos apropiados), ya que actualmente en EDAR La Gavia recirculan lodos en el lavador, lo cual implica eficiencias muy bajas (13,3%). Así mismo se debe aplicar un monitoreo correcto, tal y como se describe en los apartados siguientes.

6.7.1.4 Parámetros de operación

A continuación, la Tabla 58 presenta los parámetros de operación de lavadores, así como los valores característicos y consideraciones.

Tabla 58. Parámetros de operación, valores característicos y consideraciones para torres de lavado.

Parámetro	Valores típicos y consideraciones
Velocidad del aire	2 - 3 m/s
Concentración de olor a la entrada	1000 - 100.000 uo_E/m^3
Concentración de contaminantes: H_2S	50 - 1000 ppmv
	1,8 - 3 m
Recirculación del líquido lavador	2 - 2,7 l/ m^3 aire
Consumo de NaOH para lavadores básicos	2 - 3 g NaOH/g S
pH de lavadores básicos	11 - 12,5
Tiempos de retención	Lavadores ácido/básico
	1.3 - 1.6 s
Lavador oxidante	2 - 3 s

6.7.1.5 Monitoreo

A continuación, la Tabla 59 presenta las consideraciones generales de monitoreo para torres de lavado.

Tabla 59. Consideraciones generales de monitoreo en torres de lavado.

Aspecto	Frecuencia
Control de la dosis de productos químicos añadida	Continua
Control visual e inspección de fugas en el sistema de recirculación	Cuatrimestral
Disponibilidad de productos químicos	Según capacidad de
Calibración pH y/o potencial Redox	Según proveedor
Funcionamiento de la bomba de recirculación	Diaria
Funcionamiento de los ventiladores	Diaria
Control de la estructura de los tanques de almacenamiento de los productos	Semestral
Comprobar que el líquido de lavado circula libremente y la tasa de	Semanal
Medir la eficacia de eliminación de olor	Anual
Medir la concentración de olor y la de los contaminantes principales en la salida del lavadero	Semanal



6.8 Características generales de un plan de gestión

Un Plan de Gestión de Olores (PGO) es una herramienta que nos permite asegurar que el riesgo de molestia por olor es el mínimo posible. El plan debe detallar medidas de operación y control apropiadas para controlar el potencial impacto de olor e incluir, al menos, los siguientes elementos:

- Inventario de focos, con objeto de describir la fuente de olor y determinar su tasa de emisión.
- Evaluación de riesgos de problemas derivados de olores, contemplando todos los escenarios posibles (del mejor al peor), así como variaciones de metereología, temperatura, etc. La evaluación variará según la tasa de emisión de cada foco y la distancia a los receptores.
- Planificación de acciones de monitoreo para prevenir potenciales episodios de impacto por olor.
- Descripción de acciones de contingencia a realizar en caso que surjan problemas de impacto odorífero.
- Control periódico de la eficacia de las medidas de control de olores; teniendo en cuenta que dichos controles hacen que trabajemos con un Plan de Gestión De Olores activo, con posibilidad de cambios, según los porcentajes de eficacia y los registros.

A su vez, cabe remarcar la importancia a nivel organizativo de;

- Los recursos personales, materiales y de gestión, necesarios para tratar dichos riesgos asociados.
- Lista de personas de contacto (email, teléfono, etc.) en caso de consulta, incidentes, quejas, accidentes. Estas personas serán las implicadas en la revisión, tramitación y resolución de las potenciales situaciones que puedan plantearse.
- Registro y revisión de quejas.

A continuación, la Tabla 60 presenta los puntos críticos de un PGO a nivel de operativa y control, así como la frecuencia estándar de revisión de cada punto crítico. Es importante remarcar que dicha frecuencia de revisión variará en función de los resultados de monitoreo y control periódico de estos puntos críticos, es decir, desde los operarios hasta los gestores son responsables de registrar e interpretar la información asociada a los procesos de cada planta, y si se considera, modificar la frecuencia de revisión de cada ítem del PGO según necesidades específicas. El PGO debe estar en continua retroalimentación para su correcta evolución y resultados derivados.



Tabla 60. Puntos críticos en un PGO y frecuencia general de revisión de cada ítem.

PUNTOS CRÍTICOS A TENER EN CUENTA EN PGO	FRECUENCIA REVISIÓN					
	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1. <i>Inventario de focos por planta y en vertedero</i>						✓
Descripción de la fuente de olor		✓				✓
Determinar tasa de emisión (ouE/s)						✓
Definición de tasas límite de emisión						✓
2. <i>Evaluación de riesgos</i>						✓
3. <i>Definición de medidas preventivas y correctoras (MTD)</i>						✓
4. <i>Monitoreo y control periódico</i>		✓				
Crear registros de los aspectos relevantes		✓				
Control de parámetros de operación en los sistemas de desodorización		✓				
Registro nivel de estanqueidad		✓				
Registro posibles fugas biogás			✓	✓		
Medir porcentajes de eficacia en los sistemas de desodorización						✓
5. <i>Planes de contingencia</i>				✓		
Registros claros de actuación			✓			

Dentro del Parque Tecnológico de Valdemingómez, cada planta debiese tener su plan de gestión de olor individualizado, de forma que dicho plan sea más fácilmente integrable y asimilable por el conjunto de personas que trabajan en cada planta. Es imprescindible que el plan de gestión esté disponible para todos los trabajadores, y sobre todo que este sea leído y entendido, de forma que cada trabajador pueda aportar en la implantación y aplicación de dicho plan en el lugar de trabajo. Así mismo, debe ser una herramienta de comunicación, que esté en un proceso de mejora continua gracias al aporte de las personas que integran el centro de trabajo como de la comunidad del entorno, ya que estos pueden aportar información de valor para la gestión de dichos olores. En relación a esto, el apartado 6.9 expone diversos factores a tener en cuenta para una correcta comunicación del Plan de Gestión de Olores.



6.9 Comunicación del Plan de Gestión de Olores

A continuación se enumeran ciertos factores de relevancia a tener en cuenta para la correcta comunicación del plan de gestión de olor;

- Comunicación con el personal propio de planta y contratistas: asegurar que el personal de la instalación ha recibido suficiente formación y educación en relación al control de olores, así como es consciente de los posibles impactos de olor asociados a sus tareas.
- Mantener buenas relaciones con la comunidad y atención continua a través de:
 - ✓ Un mecanismo de respuesta estructurado y sistemático para las quejas y los episodios de olor detectados por las comunidades cercanas.
 - ✓ Análisis periódico de las quejas para identificar cualquier posible relación con las prácticas operacionales y las medidas adoptadas.
 - ✓ Comunicación clara de las medidas de control de olores tan pronto como sean implementadas.
 - ✓ Divulgación e información al público de las tareas que se llevan a cabo y los sistemas de control aplicados.
 - ✓ Propuesta de jornadas abiertas al público para la comunidad.

La correcta comunicación de este plan implica el conocimiento por parte de los operarios de los posibles impactos de olor asociados a sus tareas, pudiendo evitar y/o minimizar potenciales fuentes de olor. Así mismo, ofrece la oportunidad de acercarse a la comunidad y mostrar los beneficios ambientales del tratamiento de residuos así como los sistemas empleados para reducir los olores.

A continuación, el apartado 6.10 presenta, de forma general, un ejemplo de protocolo de gestión, control y mantenimiento de las plantas con sistemas de biofiltración. El protocolo incluye un plan de seguimiento y control, un plan de acción diario, semanal, trimestral y anual. Este plan de control y mantenimiento, especifica criterios para parámetros indicativos del funcionamiento de las instalaciones, acciones correctivas y preventivas, y análisis de riesgo para irregularidades específicas.

6.10 Especificaciones para el control y seguimiento de los sistemas de biofiltración

6.10.1 Sumario de valores de parámetros indicativos para los biofiltros

A continuación la Tabla 61 presenta valores indicativos de condiciones óptimas, intermedias y negativas para los biofiltros en cuanto a características de flujo de aire no tratado, operación y medio filtrante.



Tabla 61. Sumario de valores de parámetros indicativos de condiciones óptimas, intermedias y negativas

Parámetro	Condiciones óptimas	Zona intermedia	Condiciones negativas
Características del flujo de aire no tratado			
Temperatura del flujo de aire no tratado	20-37 °C	10 – 20 °C y 37-40°C	< 10°C y > 40°C
Humedad relativa del flujo de aire no tratado	> 99%	95 - 99%	< 95%
Concentración de partículas del flujo de aire no tratado	< 1 mg/Nm ³	1 – 10 mg/Nm ³	> 10 mg/Nm ³
Características de operación			
Carga de flujo de aire	100 – 150 m ³ /m ² .h	50 – 100 ó 150 -200 m ³ /m ² .h	< 50 ó > 200 m ³ /m ² .h
Tiempo de residencia de flujo de aire tratado	30 – 60 s	15 – 30 s ó 60 – 120 s	< 15 s ó > 120 s
Caída de presión en el medio del filtro (depende del tipo de material del filtro)	< 500 Pa	500 – 1000 Pa	> 1000 Pa
Características del medio del filtro			
Conductividad eléctrica del medio del filtro, EC (μS/cm)	< 1 000	1 000< EC<3000	> 3000
g NH ₄ -NO _x -N/kg medio húmedo del filtro	0.25 - 3.5	3.5 – 5 y 0.15 – 0.25	> 5 ó < 0,15
Contenido de material seco (% DM)	25< DM<40 %	20< DM < 25% y 40< DM < 50%	> 50 ó < 20
pH	6< pH < 8	5< pH <6 y 8< pH <9	pH < 5 ó pH > 9

6.10.2 Diario

Los controles diarios serán llevados a cabo por miembros del personal o cargo, que puede ser contactado por teléfono o email. Durante los controles diarios se realizarán las observaciones siguientes:

1) Caída de presión

a) El nivel correcto es << insertar criterio>>

b) Acción de corrección:

i) Si el nivel es inferior a <<criterio>> o superior a << criterio>> entonces;

ii) Advertir a <<miembro del personal>> para investigar y corregir las causas de la irregularidad.

c) Riesgo o consecuencia de irregularidades

i) Si la caída de presión es demasiado baja, esto puede indicar una fuga en el sistema o canalización en uno o más biofiltros, lo que puede causar tratamiento insuficiente del aire de proceso. Esto puede conducir a impactos por olor fuera de la planta y a quejas por olores

2) Temperatura (bulbo húmedo o bulbo seco) del flujo de aire no tratado, tras humidificadores

a) El nivel correcto es $10^{\circ}\text{C} < T_{\text{dry}} < 40^{\circ}\text{C}$

b) Acción de corrección:

i) Si el nivel no está dentro del rango correcto entonces

ii) advertir a <<miembro del personal>> para investigar y corregir las causas de la irregularidad

c) Riesgo o consecuencia de irregularidades



i) Si la temperatura es demasiado elevada puede, en horas, matar la biomasa y producir malfuncionamiento masivo de los biofiltros, lo que causará tratamiento insuficiente de aire de proceso. Esto puede conducir a impactos por olor fuera de la planta y a quejas por olores.

ii) Si la temperatura es demasiado baja o la humedad es demasiado baja esto puede, en unos días, conducir a la reducción de biomasa, que puede causar tratamiento insuficiente del aire de proceso. Esto puede conducir a impactos por olor fuera de la planta y a quejas por olores

3) Funcionamiento de los sistemas de humidificación e irrigación

a) El estado correcto es << insertar criterio>>

b) Acción de corrección:

i) Si el sistema de humidificación no se encuentra funcionando correctamente <<criterio>> entonces

ii) Investigar la causa y advertir a <<miembro del personal>> para investigar o corregir la causa de la irregularidad

c) Riesgo o consecuencias de irregularidades

i) Si la humidificación hacia uno o todos los biofiltros no es funcional, esto puede causar daños al medio del biofiltro en 1 o 2 días y eventualmente puede conducir a una interrupción de la actividad del filtro, emisiones de aire no tratado de aire de proceso e impactos por olor fuera de la planta pueden conducir a quejas.

6.10.3 Semanal

Los controles semanales serán llevados a cabo por miembros del personal o cargo, que puede ser contactado en por teléfono o email. Durante los controles semanales se realizarán las observaciones siguientes:

1) Inspección visual de los biofiltros

a) El estado correcto es << insertar criterio>>

b) Acción de corrección:

i) Advertir a <<miembro del personal>> para investigar o corregir la causa de la irregularidad

c) Riesgo o consecuencias de irregularidades

i) << insertar evaluación de riesgo>>

6.10.4 Trimestral

Los controles trimestrales serán llevados a cabo por miembros del personal o cargo, que puede ser contactado en por teléfono o email. Durante los controles trimestrales se realizarán las siguientes observaciones:

1) Tomar muestras representativas del medio del biofiltro usando <<procedimiento>> y determinar las características siguientes

a) Determinar el pH de muestras del medio del biofiltro usando << procedimiento método de prueba >>.



i) Si el resultado del método manual está fuera del rango óptimo << 6 < pH < 8 >> entonces iniciar acción de corrección

ii) Acciones de corrección:

(1) Investigar para identificar la causa de la acidificación

(2) Considerar el mezclado del medio con un material regulador de pH (dolomita o tiza de calcio)

b) Determinar la conductividad eléctrica (EC) de muestras del medio del biofiltro usando <<procedimiento método de prueba>>

i) Si el resultado del método manual se encuentra fuera del rango óptimo << EC < 1000 µS/cm>> entonces iniciar acción de corrección.

ii) Acción de corrección:

(1) Investigar para identificar la causa

(2) Considerar el reemplazo del medio del biofiltro

c) Determinar el contenido de material seco de las muestras del medio del biofiltro usando <<procedimiento método de prueba>>.

i) Si el resultado del método manual se encuentra fuera del rango óptimo << 25% < DM < 40% >> entonces iniciar acción de corrección

ii) Acción de corrección: <<revisar el funcionamiento del sistema de humidificación y del régimen de irrigación>>.

d) Determinar la concentración de iones relevantes en las muestras del medio del biofiltro (NH_4^+ /NO₃⁻/NO₂⁻/SO₄²⁻/PO₄³⁻) usando << procedimiento método de prueba >>.

i) Si el resultado del método manual se encuentra fuera del rango óptimo

(1) << > 3,5 ó < 0,15 g NH₄⁺NO_x⁻ - N/kg medio húmedo del filtro >> entonces iniciar acción de corrección

(2) << > xx g SO₄²⁻/kg medio húmedo del filtro >> entonces iniciar acción de corrección

(3) << > xx g PO₄³⁻/kg medio húmedo del filtro >> entonces iniciar acción de corrección

ii) Acción de corrección: <<procedimiento para acción de corrección>>

(1) Si la concentración de N iones es demasiado elevada,

(a) Si el nivel de amoníaco es demasiado elevado, investigar causas, incluyendo mejoras potenciales del proceso de compostaje. Controlar el correcto funcionamiento y eficiencia del lavador de pre-tratamiento, y tomar acción de corrección si es necesario.

(b) Si las concentraciones de nitrato y nitrito son elevadas: reemplazar o regar el material del filtro por medio de irrigación. Controlar la carga del filtro con amoníaco para establecer la causa potencial y acción preventiva.

(2) Si la concentración de iones S es demasiado elevada, reemplazar o regar el material del filtro por medio de irrigación. Control de la carga del filtro con sulfides para establecer la causa potencial y acción preventiva. Considerar mejora de pretratamiento.



(3) Si la concentración de iones P es demasiado baja, añadir nutrientes por medio de irrigación. Controlar las propiedades del agua de irrigación, en particular de Fe, para establecer la causa potencial y acción preventiva.

6.10.5 Anual

Los controles anuales serán llevados a cabo por miembros del personal o cargo, que puede ser contactado por teléfono o email. Durante los controles anuales se realizarán las siguientes observaciones:

- 1) Medición de la eficiencia en la eliminación de olor de los biofiltros y lavaderos de gases según EN13725 y <<procedimiento interno>>
 - a) Obtener el informe de mantenimiento y actuar sobre cualquier irregularidad en el mantenimiento correctivo o preventivo
- 2) Revisión de la instalación del biofiltro por proveedor o contratista externo de mantenimiento
 - a) Obtener informe de mantenimiento y actuar sobre cualquier irregularidad en mantenimiento correctivo o preventivo
- 3) Revisión anual del libro de registro y preparación de informe para revisión anual de gestión
 - a) Informe de irregularidades recurrentes
 - b) Identificar acciones correctivas y oportunidades de mejora
 - c) Revisar objetivos, valores criterio y procedimientos operacionales
 - d) Proponer presupuesto requerido de operación y necesidades de inversión requeridas para asegurar la correcta operación de la unidad de biofiltros durante el siguiente año.



7 Estimación de tasas de emisión en el escenario futuro

Una vez aplicadas las medidas correctoras propuestas en el apartado anterior y según los cálculos realizados, se estiman las nuevas tasas de emisión reducidas, las cuales se presentan en la Tabla 61.

A continuación, el escenario futuro tiene en cuenta las siguientes premisas para el cálculo de las nuevas tasas de emisión, según las Mejores Técnicas Disponibles vistas en la sección 6.

7.2 Planta Clasificación y Compostaje Las Dehesas

PCC Las Dehesas no modifica la TE de los fosos de recepción, nave de afino ni biofiltro de fermentación. La tasa de emisión que corresponde a la nave de triaje se redistribuye, de forma que un 50% de dicha TE se mantiene como emisión fugitiva y el otro 50% se capta mediante extracciones localizadas y se emite a atmósfera a través de chimenea.

La nave de compostaje llevará asociada 3 biofiltros. Los 2 actuales, biofiltro fermentación asociado a su TE inicial (45.567 ou_E/s) y biofiltro maduración (66.667 ou_E/s), cuya TE disminuye significativamente ya que se propone el cambio de material de éste. El nuevo biofiltro de la futura nave de compostaje va asociado a los túneles de fermentación y se estima emitirá 77.778 ou_E/s, teniendo en cuenta un caudal de 140.000 m³/h a 2.000 ou_E/m³, por tanto desaparece la TE (67.112 ou_E/s) asociada a las emisiones fugitivas de la nave de compostaje.

La futura nave de acopio de compost presenta un biofiltro, el cual se estima emitirá 155.556 ou_E/s, teniendo en cuenta caudales de 160.000 m³/h a 3.500 ou_E/m³. La TE asociada al acopio de compost se reduce en un 50% respecto a la inicial estimada, pasando de 100.000 a 50.000 ou_E/m³.

La tasa global de emisión futura estimada en la PCC Las Dehesas es **522.871 ou_E/s versus 684.016 ou_E/s** del escenario base.

7.3 Vertedero Las Dehesas

7.3.1 Emisiones derivadas del frente de vertido

Las emisiones derivadas de las operaciones de vertido y compactación de residuos en la celda activa C5 se han estimado en base a la toma de muestra con caja Lindvall. En concreto, se muestreó la superficie del frente con residuos descargados sin cobertura y con cobertura.

El coeficiente de emisión para el frente de vertido con residuos descargados sin cobertura es de 34,3 ou_E/m²s mientras que el coeficiente de emisión para el frente de vertido con residuos cubiertos es de 10,70 ou_E/m²s. Cabe destacar que la estimación de emisiones en el escenario futuro no contempla la deposición de lodos (194 ou_E/m²s), lo cual incrementaría de forma relevante el valor del coeficiente de emisión.

Bajo las premisas anteriores, se plantea como escenario futuro, aplicando MTD en vertedero, que se reduce el área del frente de vertido para deposición de residuos (1.500 m²) y en consecuencia la zona de vertido con cobertura aumenta su superficie (4.000 m²). La tasa de emisión asociada según los coeficientes de emisión anteriormente mencionados es de 51.450 ou_E/s y 42.800 ou_E/s respectivamente.

Se ha asumido que esta superficie emite olores durante todas las horas los 365 días del año.

7.3.2 Estimación de la producción y el porcentaje de captación de biogás

El factor de impacto determinante de un vertedero es la eficacia de captación y recuperación del biogás generado. El biogás habitualmente tiene una concentración de olor muy alta, por ejemplo en este caso entre 2.000.000 y 5.000.000 ou_E/m³. Esta concentración implica que 1 m³ de biogás requiere una cantidad



de 200.000-500.000 m³ de aire atmosférico para mezclarse hasta alcanzar un olor con una concentración de 10 uo_E/m³, con intensidad baja pero todavía fácil de percibir e identificar. Para llegar al umbral de detección, es decir al punto donde la mitad de los individuos no pueden percibir el olor, se requiere un volumen de 2.000.000-5.000.000 m³ de aire. Por estos motivos, se considera que el mejor método de control de impacto por olores en un vertedero es un sistema adecuado de cobertura para conseguir máxima estanqueidad en combinación con un sistema adecuado de captación, extracción y combustión o aprovechamiento energético.

Dado que la producción de biogás en un depósito varía con el tiempo, las estimaciones del caudal de olores de este foco se han calculado en base a un modelo de generación de biogás. El modelo se ha utilizado para predecir el volumen de biogás que potencialmente podría ser generado en función de la cantidad de residuos depositados anualmente, su tipología y el tiempo de explotación del vertedero según los datos facilitados por personal de La Planta de Las Dehesas.

La Figura 85 muestra el modelo utilizado para predecir la cantidad de biogás producido procedente de todas las celdas del vertedero desde el año 2.000 hasta el año 2.015 (año de la simulación). La Figura 85 muestra el caso de producción de biogás cuando se depositan residuos con un porcentaje en materia orgánica fácilmente putrescible del 40%. Para la estimación de biogás en el vertedero de Las Dehesas, sin embargo, se ha considerado un contenido en materia orgánica del 55%

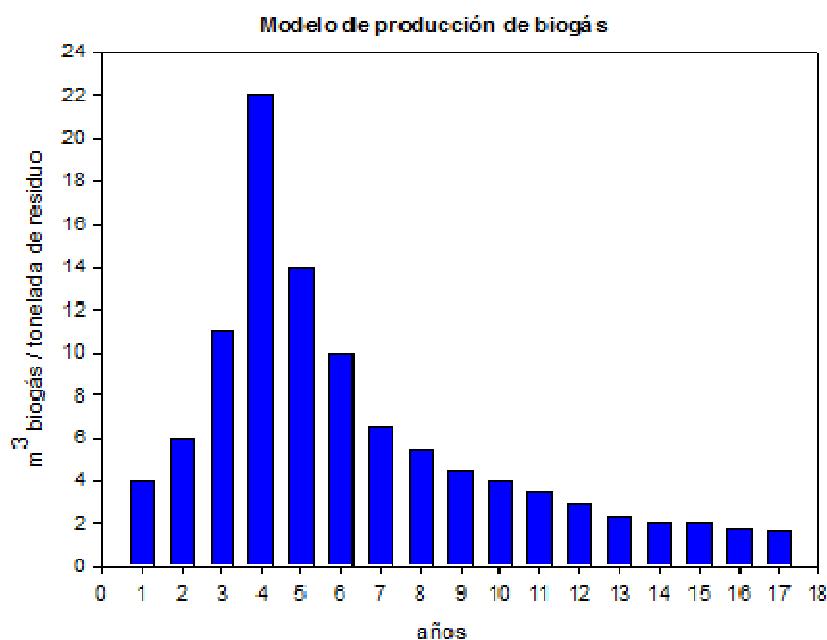


Figura 85. Modelo de producción de biogás utilizado para predecir la cantidad de biogás generado en el vertedero de Las Dehesas.

A modo de resumen, la Tabla 62 indica las toneladas anuales de residuos depositados en cada una de las celdas consideradas en el modelo de producción de biogás.



Tabla 62. Toneladas de residuos depositados en el vertedero de Las Dehesas desde el año 2.000

Año	Toneladas de Residuos vertidos				
	Celda 1	Celda 2	Celda 3	Celda 4	Celda 5
2000	667.412				
2001	796.437				
2002	292.582	479.007			
2003		766.564			
2004		816.429			
2005		75.635	812.536		
2006			914.791		
2007			944.490		
2008			459.534	432.900	
2009				746.408	
2010				702.836	
2011				725.026	
2012				388.401	334.447
2013					689.711
2014					702.106
2015					724.718
TOTAL	3.894.066		3.131.351	2.995.571	2.450.982

Los coeficientes globales de emisión de olor para las emisiones de biogás en el año 2015 a través de las celdas desgasificadas (celdas 1, 2, 3 y 4) y la celda en explotación (celda 5), se presentan en el apartado siguiente.

7.3.3 Emisiones difusas de biogás en las celdas clausuradas

Las emisiones difusas de biogás desde la superficie de las celdas C1, C2, C3 y C4 del vertedero de Las Dehesas se han calculado considerando que:

- La superficie de las celdas C1 y C2 es de 226.554 m², mientras que de la celda C3 es de 79.529 m².
- Desde el año 2.000 hasta el año 2015 se han vertido 3.894.066 toneladas de residuos en las celdas C1 y C2, 3.131.351 toneladas en la celda C3 y 2.995.571 toneladas en la celda C4.
- Según los resultados de la campaña de toma de muestras en estudios anteriores del biogás de las celdas C1 y C2, en la celda C3 y celda C4, el biogás emitido sin tratamiento se caracteriza por un valor de concentración de olor de 5.672.384 uo_E/m³, 3.372.818 uo_E/m³ y 2.124.713 uo_E/m³ respectivamente.

Bajo las premisas anteriores y aplicando MTD's en el vertedero, se plantea el siguiente escenario futuro:

- Escenario futuro (aplicando MTD en vertedero): se estima que la eficacia de captación de todo el biogás generado es del 85%, ya que se aplican MTD las cuales implementan la eficacia (mejor cobertura, monitoreo de fugas, ver sección 6.6). Según cálculos de producción de biogás, en el año 2015 el coeficiente de emisión debido a las fugas de biogás asociado a las celdas C1+C2, celda C3 y la celda C4 es de 0,48 uo_E/m²s, 1,72 uo_E/m²s y 2,64 uo_E/m²s respectivamente.

7.3.4 Emisiones difusas de biogás en la celda en explotación (C5)

Las emisiones difusas de biogás desde la superficie de la celda C5 en explotación del vertedero de Las Dehesas, se han calculado considerando:



- La superficie de la celda C5 es de 82.252 m².
- Desde el año 2.000 hasta el año 2015 se han vertido 2.450.982 toneladas de residuos en la celda C5.

Bajo las premisas anteriores, se plantea el siguiente escenario futuro con respecto a la celda en explotación (C5) en función de si se aplican MTD en el vertedero:

- Escenario futuro (aplicando MTD en vertedero): se estima que la eficacia de captación del biogás generado es del 70%, ya que se aplican MTD las cuales implementan esta eficacia (perforación de pozos y conexión a la antorcha, ver sección 6.6).
- Se asume una concentración de olor de biogás de la celda 5 igual al caracterizado en la celda 4, de 2.124.713 ou_E/m³,

En base a todas estas consideraciones, en el año 2.015, el coeficiente de emisión debido a las fugas de biogás de la celda C5 se situa en 1,4 ou_E/m²s (escenario futuro).

Según el análisis anterior, la tasa global de emisión futura estimada en el vertedero de Las Dehesas es de **673.987 ou_E/s** (escenario futuro-con captación en celda C5) versus **4.380.952 ou_E/s** (escenario presente). Este resultado representan una **reducción del 85%** en relación a la tasa de emisión inicial.

7.4 Planta de biometanización de Las Dehesas

Acorde a la propuesta de MTD, las emisiones asociadas a los fosos y nave de triaje se canalizan y emiten en altura a través de chimenea favoreciendo la dispersión y reduciendo el impacto de olor. La TE asociada a estos focos en este escenario futuro es superior a la calculada en un escenario inicial, ya que para esta modelización se tuvo en cuenta la concentración más conservadora en relación a los datos de las 4 campañas de muestreo. A pesar del aumento de valor de la TE (83.528 ou_E/s vs. 27.091 ou_E/s), lo importante es la forma en que esta se emite, en este caso a través de chimenea en altura, con lo cual, el nivel de olor en inmisión y el impacto en inmisión se reducirá a pesar del aumento en valor absoluto de la TE.

La nave de deshidratación y la futura nave de acopio de digesto presentan 2 biofiltros (uno ya existente y otro de nueva implantación), los cuales emitirán 18.060 ou_E/s y 31.667 ou_E/s respectivamente. La tasa global de emisión futura estimada en la planta de biometanización Las Dehesas es **133.254 ou_E/s** versus **141.013 ou_E/s** del escenario base.

7.5 Planta de Tratamiento de Biogás

La tasa de emisión futura estimada la salida del filtro de carbón activo en la PTB se reduce al mínimo (**1.000 ou_E/s**), teniendo en cuenta etapas previas de desulfuración mediante el sistema Thiopack. La reducción es prácticamente del 100%, **1.000 ou_E/s** versus **2.866.924 ou_E/s** del escenario base.

7.6 Planta de tratamiento Las Lomas

La TE futura en la planta de tratamiento de Las Lomas se mantiene respecto al escenario base, **97.085 ou_E/s**. Esta podrá reducirse a medida que se minimice el tiempo de acopio de materia orgánica en el exterior, tal y como se comentó en la sección 6.



7.7 Planta de Clasificación y Compostaje La Paloma

El escenario futuro contempla una ampliación de biofiltros para los fosos de recepción ($Q=120.000 \text{ m}^3/\text{h}$), por otra parte la nave de triaje se mantiene con la operativa actual. La TE asociada a ambos focos aumenta levemente respecto al escenario base, **136.891 ou_E/s versus 116.218 ou_E/s** del base. Las nuevas condiciones asegurarán el ambiente de nave, el cierre de puertas y en consecuencia la minimización de emisiones fugitivas a atmósfera.

7.8 Planta de biometanización de La Paloma

La TE asociada a los fosos de recepción y nave de triaje se mantiene, **1.387 ou_E/s** y **10.272 ou_E/s** respectivamente. La TE asociada a la nave de deshidratación se estima se reduce al 50% (**15.667 ou_E/s**) teniendo en cuenta las condiciones de cierre de puertas actuales. La nave de acumulación de digestato presentará extracciones localizadas que derivarán al biofiltro actual, aumentando el caudal de extracción en **3.000 m³/h**.

La TE estimada a futuro para La Paloma es de **290.883 ou_E/s versus 253.752 ou_E/s** del escenario base. El aumento de esta tasa de emisión de debe a que en el escenario base no se había considerado todo el caudal ($168.000 \text{ m}^3/\text{h}$ vs. $228.000 \text{ m}^3/\text{h}$ en el escenario futuro) derivado a biofiltro ya que los túneles de compostaje estaban trabajando a menos del 50% de su capacidad.

Cabe remarcar que el hecho del aumento de la tasa de emisión global en el escenario futuro para PCC La Paloma y planta de biometanización La Paloma se debe, como se comentó anteriormente, a que los cálculos han sido estimados teniendo en cuenta concentraciones más conservadoras (debido a los históricos de las 4 campañas de muestreo), así como al aumento de caudales en el escenario futuro, ya que la planta no estaba funcionando al 100% de su capacidad. Por otro parte, es importante no dar solo relevancia al valor absoluto de una tasa de emisión en sí, sino la concentración y la forma en que esta llega a la atmósfera, ya que estos son factores relevantes para un mayor o menor impacto odorífero.

A continuación, la tabla 63 presenta el resumen de las tasas de emisión de olor de cada una de las instalaciones evaluadas y su contribución en porcentaje en el escenario futuro, una vez aplicadas las MTD's. La Figura 86 presenta un histograma con los porcentajes de contribución a la TE de cada foco.

De forma global se estima que la tasa de emisión global del Parque Tecnológico pasa de **8.997.391 ou_E/s** a **1.719.190 ou_E/s**, lo cual supone una reducción del 80%, una vez aplicadas las MTD's indicadas en la sección 6.

Tabla 63. Detalle de las emisiones de olor de las plantas evaluadas en el Parque de Valdemingómez y EDAR's; contribución en porcentaje de cada instalación.

Denominación del foco	Emisión global (ou _E /s)	Porcentaje emisión
PLANTA DE CLASIFICACIÓN - COMPOSTAJE LAS DEHESAS	522.871	30%
VERTEDERO DE LAS DEHESAS	673.987	39%
PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LAS DEHESAS	133.252	8%
PLANTA DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS	2.778	0%
PLANTA DE TRATAMIENTO LAS LOMAS	97.085	6%
CENTRO DE TRATAMIENTO DE LA PALOMA	136.891	8%
PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA PALOMA	152.326	9%
TOTAL	1.719.190	100%



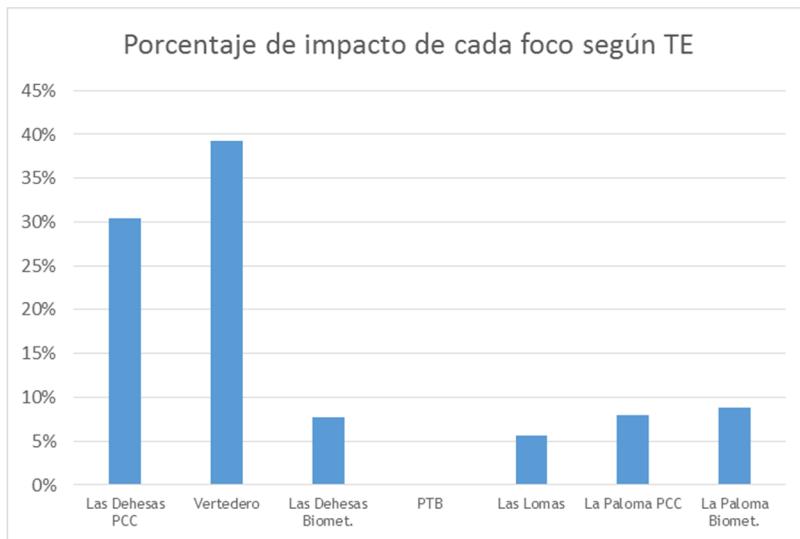


Figura 86. Porcentaje de impacto de cada foco según valores de TE (ouE/s)



8 Comparativa entre metodologías

Este capítulo presenta la comparativa entre las diversas metodologías (emisión, inmisión) aplicadas en este estudio. Esta comparativa permite evaluar la complementariedad entre los diversos métodos, así como contrastar la información obtenida mediante diversas vías, con objeto de realizar la evaluación final de los resultados de este proyecto bajo un marco de estudio más amplio.

A continuación, se evalúan los resultados obtenidos mediante el método VDI/DIN 3940:2006 y los obtenidos mediante el uso del modelo de dispersión Calpuff, para determinar el impacto por olores del Parque Tecnológico.

El método VDI/DIN 3940 se realiza directamente en inmisión, este aporta una cuantificación real de los diferentes tipos de olores presentes en el área de estudio, en este caso, a través de una malla de 54 puntos de observación.

Los olores identificados en la zona han sido: biogás, basura fresca, compostaje, agua residual, camión basura, alcantarilla, humo/quemado, lodos/fangos y otros, con las frecuencias detalladas más adelante.

Posteriormente a las 2 campañas trimestrales realizadas, se confirma que los olores más importantes identificados en el área de estudio son en primer lugar, el olor a biogás y en segundo lugar, el olor a basura. Ambos tipos de olores son percibidos en todos los puntos de la malla; sin embargo, las frecuencias más elevadas han sido detectadas en las celdas 5, 6, 7 y 8, superando los límites aceptables según los criterios de la legislación alemana vigente.

Por otra parte, este método también aporta información sobre el resto de olores identificados, por ejemplo, confirma que el área de estudio no está afectada por las EDAR's del entorno, ya que no se ha percibido olor a agua residual ni a lodos. Sin embargo, si es relativamente común el olor a alcantarilla y a humo/quemado, (aunque con frecuencias no suficientes como para crear molestias según los criterios de la VDI3940).

Además de lo indicado anteriormente, cabe destacar que el método VDI/DIN3940 constituye una herramienta comunicativa, visual y de fácil interpretación. Es una herramienta técnicamente sencilla de explicar y los resultados obtenidos permiten una lectura de fácil comprensión para la comunidad afectada, así como para las administraciones locales y los operadores de las instalaciones.

Respecto al método que emplea el modelo de dispersión Calpuff, los resultados indican el nivel promedio de concentración de olor (ou_E/m^3) en el percentil 98 mediante isodoras o contornos. Estas isodoras representan el área donde el 98% de las horas del año, la concentración máxima a nivel de terreno promediada en 1 hora será de $x \text{ ou}_E/\text{m}^3$; lo cual se traduce también en que la concentración sea superior a $x \text{ ou}_E/\text{m}^3$ durante un máximo de 175 horas al año.

A continuación, la Figura 87 muestra el porcentaje de horas de olor calculado mediante el método VDI/DIN 3940 en cada una de las celdas de la malla del área de estudio, así como la concentración al percentil $C_{98,1h}$ simulada por el modelo Calpuff, representada mediante isodora a partir de $7 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Según la Figura 89a, se pueden identificar 3 zonas (zona 1, zona 2, zona 3), de más lejos a más cerca del Parque Tecnológico. Estas zonas son significativamente diferentes a nivel de impacto, en función de la concentración de olor ou_E/m^3 y la frecuencia de horas de olor. A continuación se describen los resultados correspondientes a la Figura 89 (a-k).



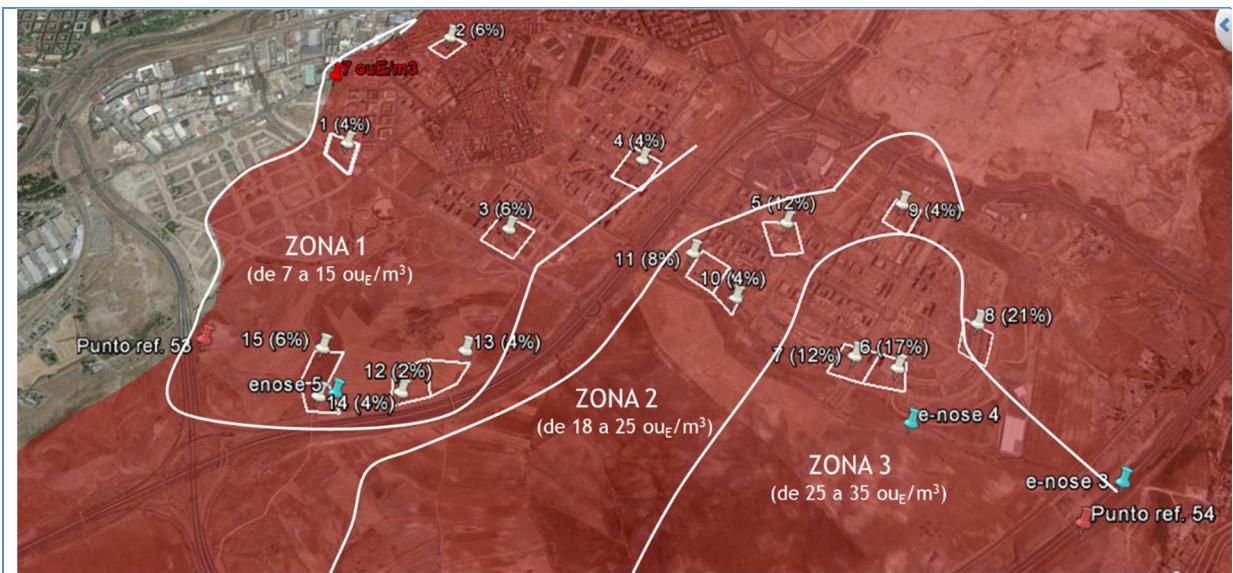


Figura 89a. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU” calculado mediante el método VDI/DIN 3940 en las zonas 1, 2 y 3. Limitación de zonas según modelo Calpuff – Zona 1: isodoras 7 a 15 ou_E/m³ percentil C_{98,1h} , Zona 2: isodoras 18 a 25 ou_E/m³ percentil C_{98,1h}, Zona 3: isodoras 25 a 35 ou_E/m³ percentil C_{98,1h}. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.



(de izq. a dcha.) Figura (89b, 89c), ZONA 1. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff - isodoras 7 y 9 ou_E/m³ percentil C_{98,1h}. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.





(de izq. a dcha.) Figura (89d, 89e), ZONA 1. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff - isodoras 10 y 13 ouE/m^3 percentil $C_{98,1h}$. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

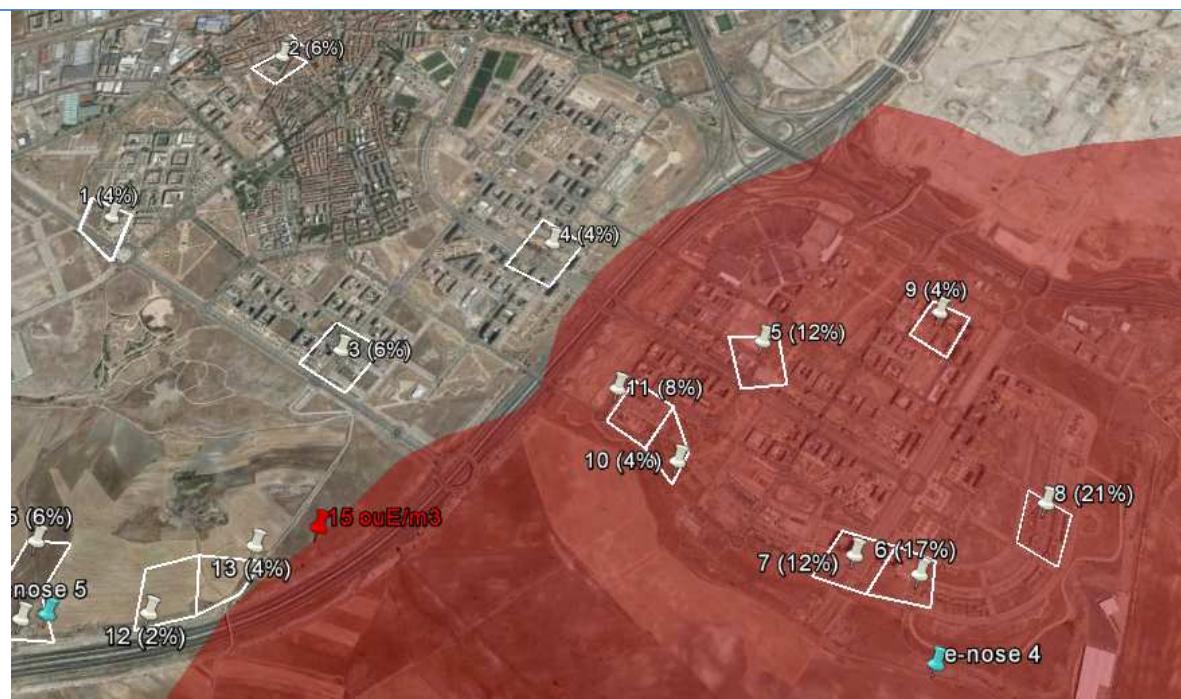


Figura (89f), ZONA 1. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff – isodora 15 ouE/m^3 percentil $C_{98,1h}$. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

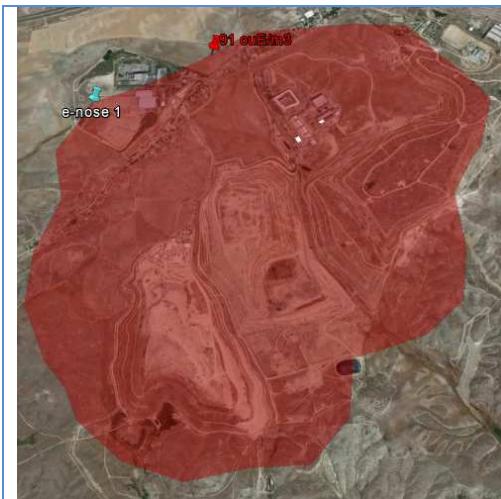


(de izq. a dcha.) Figura (89g, 89h), ZONA 2. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff – isodoras 18 y 25 ou_E/m^3 . percentil $C_{98,1h}$ Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.



(de izq. a dcha.) Figura (89i, ZONA 3 de 25-35 ou_E/m^3 , 89j ZONA 4 (35-51 ou_E/m^3). Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff – isodoras 35 y 51 ou_E/m^3 percentil $C_{98,1h}$. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.





(de izq. a dcha.) Figura 89k, ZONA 5. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff – isodora 91 uo_E/m^3 percentil $C_{98,1h}$. Foco: olores procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Figura 87. Mapa de frecuencia de “horas de olor” del olor caracterizado como “olor acumulado RSU”, calculado mediante el método VDI/DIN 3940 e impacto según modelo Calpuff percentil $C_{98,1h}$ en zonas 1 a 5.

La zona 1 se sitúa entre 6,8 y 4,3 km del Parque en dirección NO tomando como origen la celda activa del vertedero (figura 89b a 89f), todas las celdas situadas en esta zona presentan frecuencias de horas de olor inferiores al 10%, en concreto entre 2 y 6%, (celdas 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15) y punto fijo 53 - 8%, lo cual a su vez corresponde con concentraciones según el modelo de 7 a 15 uo_E/m^3 en percentil $C_{98,1h}$.

A partir de aquí nos adentramos en la zona 2, situada entre 4,8 y 4,1 km del Parque en dirección N tomando como origen la celda activa del vertedero (figura 89g, 89h). Las celdas 9, 10 y 11 presentan una frecuencia de horas de olor de 4 a 8%, lo cual corresponde con una concentración según el modelo de 18 a 25 uo_E/m^3 en percentil $C_{98,1h}$. Cabe destacar sin embargo, que en esta misma zona la celda 5 presenta una frecuencia superior, del 12%.

La zona 3 (situada entre 3,9 y 2,8 km del Parque en dirección NNE) corresponde a las celdas 6, 7, 8 y punto fijo 54 (Figura 89h, 89i), estas presentan una frecuencia de horas de olor todas ellas superiores al 10%, en concreto del 12 al 21%, lo cual corresponde con una concentración según el modelo de 25 a 35 uo_E/m^3 percentil percentil $C_{98,1h}$. Cabe mencionar que la enose 4 se sitúa en este área y por tanto recibe la concentración promedio anteriormente indicada.

Esta zona 3 abarca la zona residencial más impactada, tanto por los resultados descritos mediante el método VDI/DIN3940 como por el modelo Calpuff.

Estos resultados son coherentes con la meterología de la zona (Figura 88), donde predominan los vientos procedentes del S-SO respecto a los vientos del SE, consecuentemente con un mayor impacto en las celdas de la zona 3, y en las celdas de la zona 2 respecto a las de la zona 1.

Destacar también que la meterología de los 2 períodos durante los cuales se han realizado las observaciones, (Figura 90a, 90b) es muy similar a la del año 2015 (Figura 90c). De esta manera se confirma que ambos períodos escogidos son representativos de la meterología de la zona para el año evaluado.

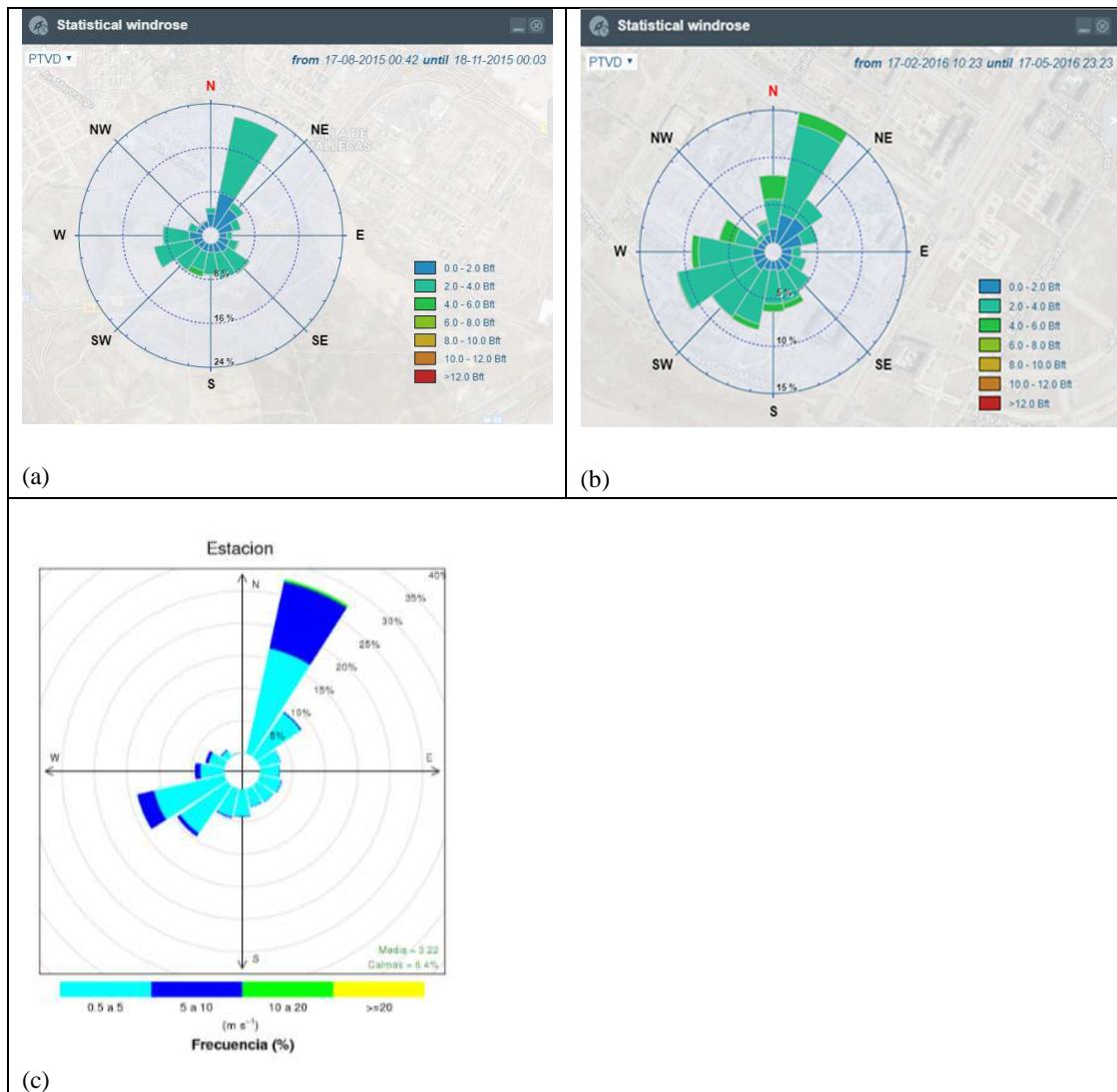


Figura 88. Rosa de vientos estación metereológica Centro de visitantes La Paloma, correspondiente a la 1^a y 2^a campaña VDI/DIN3940 (90a, 90b), estación metereológica Las Dehesas periodo anual 2015 (90c).

Según todos los resultados de la VDI3940 tanto la zona 1, como la mayoría de las celdas de la zona 2 cumplirían con el límite máximo de exposición aceptable para zonas residenciales del 10% definido en la misma normativa para entornos residenciales urbanos. Las celdas de la zona 3 no los cumplirían. Sin embargo, según los resultados del modelo, ninguna de las 3 zonas cumpliría con el anteproyecto de Ley de Cataluña contra la contaminación odorífera, el cual indica un valor límite $C_{98, 1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ para las actividades de gestión residuos.

A pesar de los diferentes niveles de impacto obtenidos, ambos métodos son legítimos, cada uno presenta sus propias incertidumbres, y actualmente es complicado decir cuál de ellos es el mejor para establecer el criterio correcto que defina el nivel aceptable de exposición a los olores. Cabe mencionar que actualmente no existe una metodología establecida en normativas relevantes para calcular la incertidumbre mediante ninguno de los 2 métodos.

La meteodología VDI3940 siempre se considera más cercana a la realidad, ya que es un método de observación directo en los puntos de recepción del impacto. Sin embargo, actualmente está en debate



abierto saber si el criterio del 10% es mejor que el de las 3 o 5 ou_E/m^3 al percentil $C_{98,1h}$ obtenido por simulación.

Según experiencias de Odournet se ha podido confirmar que los niveles objetivo de inmisión de olor establecidos en el Anteproyecto ($C_{98P, 1 \text{ hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) tramitado en el 2005, son más exigentes que los límites de exposición aceptable a los olores en zonas residenciales de la legislación alemana (10%). En estudios anteriores¹¹ se detectaron frecuencias de horas de olor del 10% para isodoras de $6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ percentil $C_{98,1h}$, siendo el método Alemán por lo tanto más permisivo en términos de impacto.

Sin embargo en este estudio, este hecho es hace más notorio, ya que se aprecian mayoritariamente frecuencias del 10% para isodoras del $15 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ percentil $C_{98,1h}$ (ver Figura 89f).

A continuación, La Figura 89 presenta la comparativa del modelo CALPUFF y los resultados globales de evaluación de exposición en cada punto de observación, obtenidos mediante cada método: observaciones de campo sobre una red de puntos (VDI3940) y simulación del percentil $C_{98,1h}$ de la media de concentraciones horarias por modelización con CALPUFF.

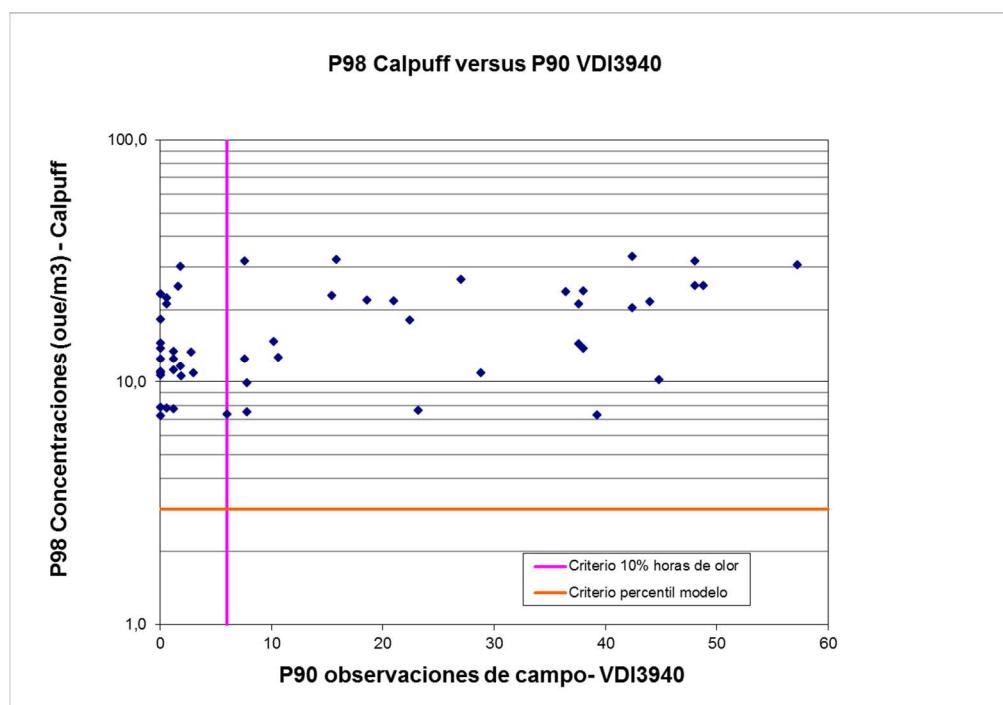


Figura 89. Relación entre la exposición caracterizada mediante modelización con CALPUFF y por las observaciones de campo, para el global del periodo de estudio 2015-2016.

Para tal efecto, se han calculado en cada punto de la malla los siguientes valores:

- El percentil 98 de los valores horarios de concentraciones de olor en base a la modelización con CALPUFF para el período del estudio.
- El percentil 90 del número de observaciones positivas de olor procedentes del Parque Tecnológico para cada medida de 10 minutos en un punto, con intervalos de observación cada 10 segundos, sumando un total de 60 registros por medida. Este parámetro, para la combinación de las 13 observaciones en cada punto de la red, coincide con el criterio máximo de exposición definido en la legislación alemana del 10% de frecuencia de horas de olor para zonas residenciales.

¹¹Van Harreveld A.*, Feliubadaló J. **, Domíngues R.*, Pagans E.*, Murguia W.* , D'Abreton P. ***, * Odournet S.L., ** Entidad del Medio Ambiente del Área Metropolitana de Barcelona (AMB), *** Pacific Environment



Limited, Australia. Modelos gaussianos y modelos avanzados de dispersión de olores: Validación a través del estudio de impacto por olores en el Ecoparc2 de Barcelona.

La Figura 89 representa gráficamente estos valores, con el percentil 98 de la media de concentraciones horarias modelizadas ($C_{98,1h}$) en el eje vertical, y el percentil 90 de las observaciones de campo, entre 0 y 60, en el eje horizontal. La línea recta vertical (color rosa) representa el criterio alemán del 10% de horas de olor para zonas residenciales. La línea recta horizontal (color naranja) representa el criterio de exposición modelizado que propone el Borrador tramitado en el 2005, sobre el Anteproyecto de Ley de la Contaminación Odorífera para las instalaciones del sector de gestión residuos ($3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$). Estas líneas dividen el gráfico en cuatro parcelas:

- El rectángulo de la parte superior derecha corresponde a la zona donde ambos métodos coinciden en que la exposición está por encima de los valores de los criterios (29 observaciones vs. 54 totales).
- El rectángulo de la parte inferior izquierda corresponde a la zona donde ambos métodos coinciden en que la exposición está por debajo de los valores de los criterios (0 observaciones vs. 54 totales).
- El rectángulo de la parte superior izquierda corresponde a la zona donde el modelo sobreestima la exposición en relación al método de observaciones de la red de puntos (25 observaciones vs. 54 totales).
- El rectángulo de la parte inferior derecha corresponde a la zona donde el modelo subestima la exposición en relación al método de observaciones de la red de puntos (0 observaciones vs. 54 totales).

En base a la Figura 89, se verifica que los dos métodos coinciden satisfactoriamente en términos de evaluación de exposición, para los resultados que están por encima de los criterios de ambos métodos (en la parte superior derecha), ya que muchos de los puntos se sitúan en el cuadrante superior derecho. Cabe remarcar que no existe ningún punto en los cuadrantes inferiores derecho e izquierdo (por debajo de la línea naranja), ya que no existen celdas que se sitúen en localizaciones donde el percentil $C_{98,1h}$ es inferior a $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

En el rectángulo superior izquierdo se observa un número importante de puntos, lo que indica que el modelo tiende a sobreestimar el impacto de la exposición en relación al método de evaluación para observaciones de campo en una red de puntos. Estos resultados son plausibles, ya que el modelo evalúa un percentil bastante elevado, el percentil $C_{98,1h}$, mientras que el método de las observaciones sobre la red de puntos requiere el 10% de registros positivos ("horas de olor").

Otro factor que contribuye a este efecto, se debe a que el modelo considera todas las horas del periodo de estudio, mientras que el método de las observaciones de campo considera sólo una muestra de las 13 observaciones a cada punto sobre un total de miles de horas correspondientes al periodo de estudio. De este modo, se pueden obtener observaciones en un punto determinado que cumplen con el criterio alemán simplemente porque se han perdido registros de olor por las leyes de la toma de muestras y la probabilidad.

Otra posible explicación de este hecho puede ser que en el presente estudio, la distancia entre los puntos de recepción y los focos es bastante grande. A su vez, la mayoría de focos son superficies extensas o emisiones de fuentes fugitivas que implican grandes volúmenes. Es conocido que estos focos se caracterizan por una relación de máximos al promedio baja, es decir, que existen pocas variaciones de las concentraciones de olor a lo largo del tiempo. En el caso de los modelos, donde se consideran concentraciones horarias promedio, este patrón de emisión se tiene en cuenta adecuadamente (ya que los valores de emisión puntuales no se alejarían del promedio). Sin embargo, se sabe que la meteodología de las observaciones de campo mide mejor emisiones con fluctuaciones (con una relación de máximos al promedio alta), que cambios graduales de emisión. Este hecho podría estar contribuyendo a la diferencia encontrada a la hora de correlacionar las frecuencias de horas de olor y las concentraciones simuladas al percentil $C_{98,1h}$.



En relación a los resultados de las observaciones con la metodología Belga y el modelo, la Figura 90 muestra que los contornos de las plumas coinciden muy bien con los contornos obtenidos por el modelo. Este hecho señala que el modelo está prediciendo bien la forma del contorno de impacto. A la vez, tal y como se aprecia en la Figura 90, las plumas 10 y 11, con dirección de viento procedente del S (pluma 10) y SE (pluma 11), muestran que el olor llega al área de estudio sobrepasando en distancia la zona de la malla. Concretamente, y según el día de observaciones de campo, la pluma 10 se extiende 8,5 km en dirección NE desde el vertedero y la pluma 11 se extiende 7,3 km en dirección NO desde el vertedero.

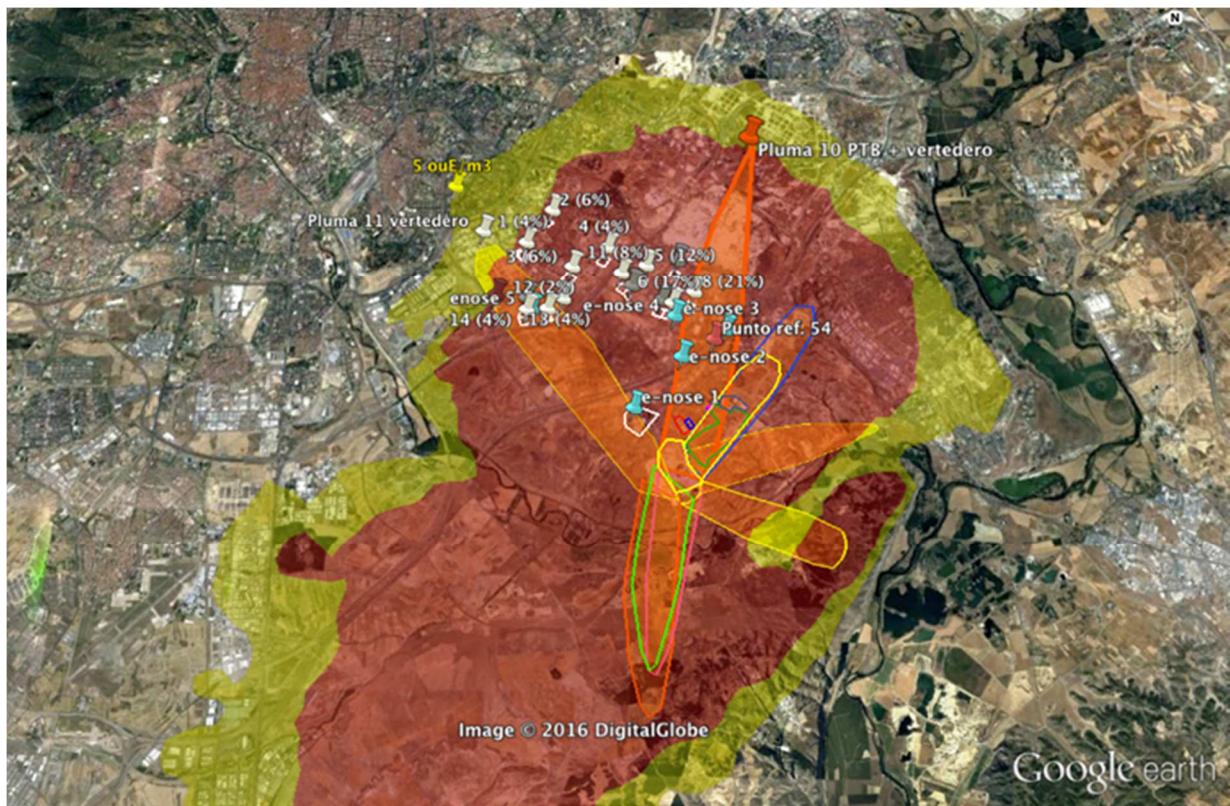


Figura 90. Observaciones de plumas de olor según el método belga versus los contornos obtenidos según modelo Calpuff $C_{98,1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ y $C_{98,1\text{hora}} = 7 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, en amarillo y rojo respectivamente.

Cabe remarcar que según el método del modelo de dispersion, el cual es el mejor método aplicable según el Proyecto de Ley, la zona 3 presenta un impacto superior al criterio asociado al Proyecto de Ley ($C_{P8,1\text{h}} = 7 \text{ ou}_E/\text{m}^3$).

Continuando con las zonas del área de estudio en el escenario presente, los valores de concentración de olor simulados en la zona 4 son de $51 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ percentil $C_{98,1\text{h}}$ (Figura 89j). En esta zona no existen celdas de observación, pero se localiza la enose 2, en la Carretera del Vertedero de Valdemingómez, indicando la zona limítrofe del complejo así como la zona residencial de la Cañada Real.

Finalmente la zona 5, correspondiente a la zona del Parque Tecnológico propiamente y todo el área rural ubicada en el suroeste, las concentraciones en el escenario presente son superiores a $51 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ percentil $C_{98,1\text{h}}$, y van en aumento a medida que dicho área se aproxima al foco. Cabe mencionar que la enose 1 se sitúa en este área, en concreto en el contorno correspondiente a $C_{98,1\text{hora}} = 91 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (Figura 89k).

En relación a las enoses, se han detectado numerosos falsos positivos, es decir, cuando el viento no procede del Parque las enoses también indican una señal positiva (cercana a 0,5V). Estos falsos positivos no permiten validar el método de las enoses ni por lo tanto, correlacionarlo con los resultados del modelo de dispersión.

Por otra parte, si cabe destacar que la intensidad de señal de las enoses decrece a medida que nos alejamos del Parque Tecnológico, lo que se traduciría como una reducción de eventos de olor, de la misma manera que decrece el impacto al alejarnos del Parque según los resultados del modelo y de las observaciones de campo.

Respecto al método GC-TOF, este ha permitido caracterizar los compuestos en foco según tipología y concentración, resultando 2 grandes grupos. El primer grupo característico de olor biogás, cuya caracterización engloba los focos del vertedero y la PTB, y el segundo grupo que abarca el resto de focos (compostaje, afino, basura - este último engloba los focos asociados a triaje, fosos y frente de vertido).

Con respecto al primer grupo, característico del olor biogás, cabe remarcar los altos niveles de concentración de COVs ($> 80.000 \text{ ug COVs/m}^3$ respecto a los $< 20.000 \text{ ug COVs/m}^3$ del grupo 2). A su vez, la diferencia significativa con respecto al grupo 2 es la presencia de mercaptanos y compuestos azufrados con OTV bajos, los cuales son los responsables de las altas concentraciones de olor caracterizadas en emisión y por tanto con mayor capacidad de generar impacto en inmisión.

En esta misma línea, las observaciones de campo han confirmado, en primer lugar, una mayor presencia de olor a biogás en los puntos de la malla. En segundo lugar, el olor con mayor presencia ha sido el de basura, que según la caracterización en foco procedería de los focos de fosos, triaje y frente de vertido.

Por otra parte, y complementaria al método anterior, el método de GC-IMS ha permitido realizar una caracterización semicuantitativa de ciertos compuestos en inmisión. De esta forma se han identificado 3 compuestos principalmente: etanol, alcohol isopropílico y acetona en el área de estudio. Estos compuestos son característicos del proceso de descomposición aerobia de la basura fresca. Sin embargo, este resultado no permite vincularlo con el tipo de olor presente en el área de estudio, ya que los compuestos anteriores no son los responsables del olor en esta área, posiblemente porque se encuentran en concentraciones menores a su OTV. Este hecho se ha confirmado especialmente con el olor a biogás, claramente percibido por parte de los panelistas y por el técnico encargado de los análisis GC-IMS, mientras que el instrumento no fue capaz de identificar en campo los compuestos característicos asociados al biogás, como los mercaptanos. Estos compuestos sensibles a la nariz humana a bajas concentraciones (ejem: pentanotiol, OTV = $0,003 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) se encuentran en campo a niveles demasiado bajos ($< \text{ppb}$) para poder ser detectados por el instrumento.





9 Conclusiones

Durante este estudio se han aplicado las siguientes metodologías:

- Medición en foco mediante la normativa UNE-EN13725, análisis químicos así como mediante observaciones mediante pluma Belga y modelos de dispersión a posterior (CALPUFF).
- Observación directa en inmisión de la frecuencia de olor mediante panel de campo (VDI3940).

Por otra parte se aplicaron metodologías más innovadoras con el fin de monitorizar el olor en continuo:

- Narices electrónicas (sensores MOS)
- GC-IMS

A continuación, se resumen las principales conclusiones obtenidas:

1. Segundo lugar destaca la caracterización de los principales focos de olor del Parque Tecnológico de Valdemingómez según UNE-EN13725 y metodología Belga:

- a. La tasa de emisión de olor actual del Parque Tecnológico se ha estimado en $8,9 \cdot 10^6$ ou_E/s.
- b. El mayor riesgo de causar impacto por olores está asociado a las emisiones procedentes del vertedero con un total de 4.380.952 ou_E/s, estimadas mediante simulación inversa a partir de los resultados de las inspecciones de campo según el método Belga. Estas emisiones representan el 48,9% del total de emisiones de olor del Parque. Cabe mencionar que durante el periodo de realización de las inspecciones la antorcha del vertedero no siempre estaba operativa con el consecuente envío del biogás generado, con concentraciones de olor muy significativas, directamente a la atmósfera.

En segundo lugar destacan las emisiones derivadas de la PTB, con un total de 2.866.924 ou_E/s, representando el 32% de emisiones del Parque. La principal causa de estas emisiones es la poca capacidad del lavador alcalino que opera en la planta para reducir las concentración de ácido sulfídrico a un nivel suficiente como para ser tratado de forma eficiente por el biofiltro y filtro de carbón activo posterior.

c. Los olores predominantemente percibidos en el área de estudio (zona parcial de la villa de Vallecas y El Ensanche) según los resultados de las inspecciones de campo mediante el método Belga se corresponden a basura y biogás, siendo este último el olor identificado de forma predominante. Este olor ha sido identificado a distancias de 3 a 7,7 km del Parque Tecnológico.

d. Los resultados del análisis mediante GC-MS/TOF de los COVs emitidos en las 50 muestras caracterizadas en los focos más relevantes del Parque indican:

- Para la mayoría de los focos (fosos recepción, triaje, nave compostaje, biofiltros), los compuestos mayoritarios son alcoholes (20-48%), terpenos (17-58%), esteres (10-29%) y cetonas (13-20%), con concentraciones de COVs en el rango de 5.000 a 45.000 µg /m³.
- Los compuestos mayoritarios en el vertedero son los alcoholes (39-46%), ésteres (21-25%) y terpenos (12%). En porcentaje inferior están presentes los ácidos orgánicos (3-7%) y los compuestos azufrados (1%), ambos grupos son responsables de la elevada concentración de olor determinada. La concentración del vertido con lodos (75.000 µg/m³) es considerablemente superior al vertido sin lodos (22.000 a 28.600 µg/m³).
- El biogás procedente de vertedero presenta concentraciones de COVs del orden de 153.000 µg/m³, donde predominan los terpenos (33%), hidrocarburos alifáticos (15%) y cetonas (13%). En



porcentaje inferior, están presentes los compuestos azufrados (7%), estos son responsables del gran potencial de olor de este foco.

- La PTB presenta concentraciones de COVs a la salida del filtro de carbón activo del orden de 260.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde predominan los terpenos (53%), cetonas (10%) e hidrocarburos aromáticos (12%), compuestos azufrados (5%) y mercaptanos (2,6%), los dos últimos grupos son responsables de generar olor e identificativos del olor biogás.

2. Con relación a la evaluación del grado esperado de molestias en la población causadas por la operación en el Parque, en la situación actual y con las medidas de mitigación propuestas se concluye:

La isodora de $C_{98, 1h} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (valor objetivo de inmisión de olor especificado en el anteproyecto de Ley Catalán para el sector de tratamiento de residuos) se extiende entre 8,6 y 12,8 km en todas direcciones. El área de afectación descrita abarca como principales receptores El Ensanche de Vallecas, Berrocales, gran parte del área de Valdecarros y de forma parcial, la zona oeste del municipio de Rivas-Vaciamadrid y la villa de Vallecas.

3. Con relación a los resultados obtenidos mediante la VDI3940:

- los olores predominantes en el área de estudio son biogás y basura fresca. El olor caracterizado como "Planta RSU", el cual incluye la suma de los olores a basura fresca, compostaje y biogás, asociado a las instalaciones del Parque Tecnológico de Valdemingómez se percibe:

- A 6,8 y 4,3 km del Parque en dirección NO tomando como origen la celda activa del vertedero con frecuencias de horas de olor inferiores al 10% (límite máximo de exposición aceptable para zonas residenciales según la VDI3940), en concreto entre 2 y 8%.
- A 4,8 y 4,1 km del Parque en dirección N tomando como origen la celda activa del vertedero con una frecuencia de horas de olor de 4 a 8% y, en una celda con una frecuencia superior, del 12%.
- A 3,9 y 2,8 km del Parque en dirección NNE con una frecuencia de horas superior al 10%, en concreto del 12 al 21%.

- El olor caracterizado como agua residual de las diversas plantas EDAR's del entorno no fue percibido en la totalidad del estudio.

4. Con relación al monitoreo de emisiones mediante GC-IMS y narices electrónicas (enoses) en las áreas rurales, urbanas e industriales ubicadas a cierta distancia del Parque Tecnológico de Valdemingómez:

a. Los resultados obtenidos mediante GC-IMS muestran correlación para la presencia de olores asociados a basura y biogás, así como la detección positiva de compuestos asociados a la degradación de residuos (etanol, acetona y alcohol isopropílico).

b. El GC-IMS no fue capaz de detectar ciertos compuestos asociados a ciertos olores a biogás (compuestos azufrados), mientras que éstos si son claramente detectables por la nariz humana. Consecuentemente no se puede afirmar que el método esté lo suficientemente desarrollado y sea práctico a la hora de evaluar la exposición de olor global, así como generar un mapa de impacto únicamente a partir de estos datos.

c. Las narices electrónicas proporcionaron información práctica limitada. A pesar de que sí mostraron valores totales más bajos lejos de la fuente y poca presencia de falsos negativos, la alta incidencia de falsos positivos en este estudio hace que la aplicación de esta metodología para la evaluación del impacto en el aire ambiente sea poco relevante en la práctica.



5. En relación a la programación de aplicación de medidas preventivas y correctoras, se sugiere priorizar actuaciones según la tasa de emisión de olor en los puntos emisores principales. Las principales medidas preventivas y correctoras recomendadas para reducir el impacto son:

De forma individual y en relación a los principales focos de olor:

a. PTB: instalar sistema THIOPAQ a la salida de las plantas de biometanización para reducir la concentración de ácido sulfídrico del biogás. Se precisa un tratamiento de las emisiones a la salida de este sistema mediante 2 torres de contacto de carbón activo con impregnación alcalina, con concentraciones de olor esperables a la salida inferiores a 500 ou_E/m³. Durante la operación de la planta se debe evaluar el tiempo de vida útil del material de las torres de adsorción para renovar el relleno con la frecuencia óptima.

b. Vertedero: aplicación de medidas correctoras enfocadas a la mejora de detección de potenciales fugas de biogás en las celdas clausuradas, así como captación de biogás en la celda de vertido (c5) y posterior combustión.

c. Naves: adecuación de los sistemas de desodorización a las condiciones específicas de cada nave mediante la ampliación del caudal de extracción que aplique y tratamiento mediante biofiltro o emisión en altura a través de chimenea.

De forma general: cerrar puertas, evitar o minimizar acopios, confinar y/o aislar en la medida de lo posible los materiales que circulan mediante cintas transportadoras, así como incrementar la altura de algunas de las chimeneas para asegurar una buena dispersión de los olores y minimizar el posible impacto odorífero.

6. Respecto a la comparativa de metodologías, este estudio aplica métodos definidos para la caracterización de la exposición al olor y el riesgo asociado a posibles molestias para los ciudadanos residentes en el área de estudio.

Comparando los resultados de la modelización Calpuff con la observación directa mediante panel de campo, los resultados muestran que los criterios asociados a la VDI3940 son significativamente más tolerantes que los criterios basados en modelos de dispersión. Según los resultados, el riesgo de exposición de olor residencial del 10% de horas de olor coincide con una exposición según modelo de $C_{98, 1\text{hora}} = 15 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Finalmente cabe remarcar que a pesar que en la actualidad no existe un criterio definido en la legislación española en relación a los límites de concentración de olor, el criterio para la obtención de licencias ambientales se basan en la metodología Calpuff. Países como Holanda, Inglaterra, Francia, Australia, Canada, etc. aplican en su legislación como referencia los límites establecidos mediante esta metodología.

Actualmente en España, corresponde a la administración aplicable elegir la metodología y los criterios o límites acordes; es decir, dicha administración debe evaluar que nivel de mejora debe alcanzar según su situación actual y objetivos establecidos.





10 Bibliografía

- Barry, D.L., Watts, M., Smith, R. 2004. Practical gas emissions control during landfilling. Proc. Waste 2004 Conf. Integrated Waste Management and Pollution Control (2004) 315-324.
- Brindley T., Landfill Gas, Industry Code of Practice: The Management of Landfill Gas, March (2012).
- Casey, J.W., Sheridan, B.A., Henry, M., Reynolds, K. 2008. Effective tools for Managing odours from landfill facilities in Ireland. International Conference on Environmental Odour Monitoring and Control, July (2008).
- Marshall R., Browell D., Smith S., LFTGN07 v2., Environment Agency - Guidance on monitoring landfill gas surface emissions (2010).
- Documento Guía sobre la reducción de las emisiones de gases de vertedero, Abril (2015). Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco.
- Environment Agency, Landfilling of gypsum waste including plasterboard. MWRP PS 007 Version 1 Issued: November 2008 (amended January 2011).
- Environment Agency, Additional guidance for: H4 Odour Management How to comply with your environmental permit(March 2011).
- Fang J.-J., Yang N., Cen D.-Y., Shao L.-M., He P.-J. Odor compounds from different sources of landfill: Characterization and source identification. Waste Management 32 (2012) 1401-1410.
- Gallego E., Roca F.J., Perales J.F., Sánchez G., Esplugas P. Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC/MS. Waste Management 32 (2012) 2469-2481.
- Nagata Y. Measurement of Odor Threshold by Triangular Odor Bag Method, Japan Ministry of the Environment, Tokyo, (2003).
- NIEA, Guidance for Operators on Odour Management at Intensive Livestock IPPC Installations, version 3, June 2009
- P McKendry, J H Looney, A McKenzie (2002) Managing Odour Risk at Landfill Sites: Main Report. Viridis
- Rodriguez-Navas C., Forteza R., Cerdà V. Use of thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry (TD-GC-MS) for identification of odorant emission focus by volatile organic compounds characterisation. Chemosphere 89 (2012) 1426-1436.
- Shon Z.-H, Kim K-H. Photochemical oxidation of reduced sulfur compounds in an urban location based on short time monitoring data. Chemosphere 63 (2006) 1859-1869.
- Sironi S., Capelli L., Céntola P., Del Rosso R., Il Grande M., (2006). Odour emission factors for the prediction of odour emissions from plants for the mechanical and biological treatment of MSW. Atmos. Environ. 40, 7632-7643.



Solan, P.J., Dodd, V A. and Curran T.P. (2010). Evaluation of the odour reduction potential of alternatives cover materials at a comercial landfill. *Bioresorce Tecnology*. Volume 101, Issue 4, February 20 1115-1119.

Songa S.-K, Shon Z.-H, Kim K.-H., Kim S. C., Kim Y.-K., Kim J.-K. Monitoring of atmospheric reduced sulfur compounds and their oxidation in two coastal landfill areas. *Atmospheric Environment* 41 (2007) 974-988.

UK Air tightness Testing and Measurement Association (2007). *Measuring Air Permeability of Building Envelopes: Technical Standard 1 (TS1)* Issue 2, ATTMA, Northampton UK <http://www.attma.org/>

Van Harreveld A.*, Feliubadaló J. **, Domíngues R.*, Pagans E.*, Murguia W.*, D'Abreton P. ***, * Odournet S.L., ** Entidad del Medio Ambiente del Área Metropolitana de Barcelona (AMB),*** Pacific Environment Limited, Australia. *Modelos gaussianos y modelos avanzados de dispersión de olores: Validación a través del estudio de impacto por olores en el Ecoparc2 de Barcelona*.

Zhao Y., Lu W., Wang H. Volatile trace compounds released from municipal solid waste at the transfer stage: Evaluation of environmental impacts and odour pollution. *Journal of Hazardous Materials* 300 (2015) 695-701.

Zhang C., Su H., Baeyens J., Tan T. Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38 (2014) 383-392.

1.1



Anexo A Fotografías de puntos de toma de muestra

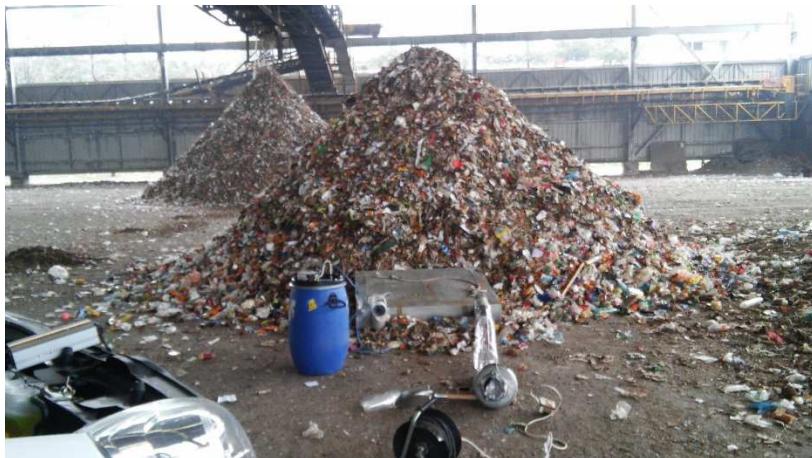


Figura 91. Toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre el acopio de materia orgánica.



Figura 92. Toma de muestras, con el método puntual, del ambiente general de la nave de digestión de lodos en Las Dehesas.





Figura 93. Toma de muestras, con el método de la sonda de dilución a la salida de uno de los módulos de Biofiltración.

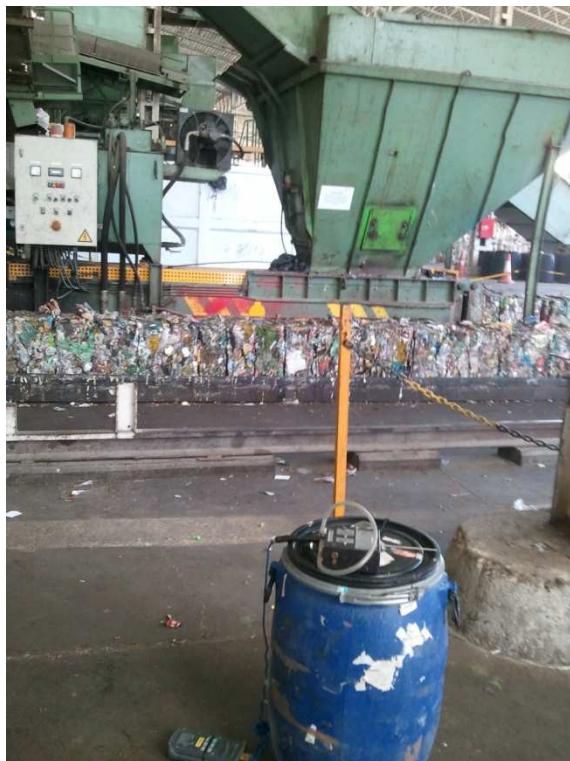


Figura 94. Toma de muestras, con el método puntual, del ambiente general de la nave de pretratamiento.





Figura 95. Toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre el acopio de compost.

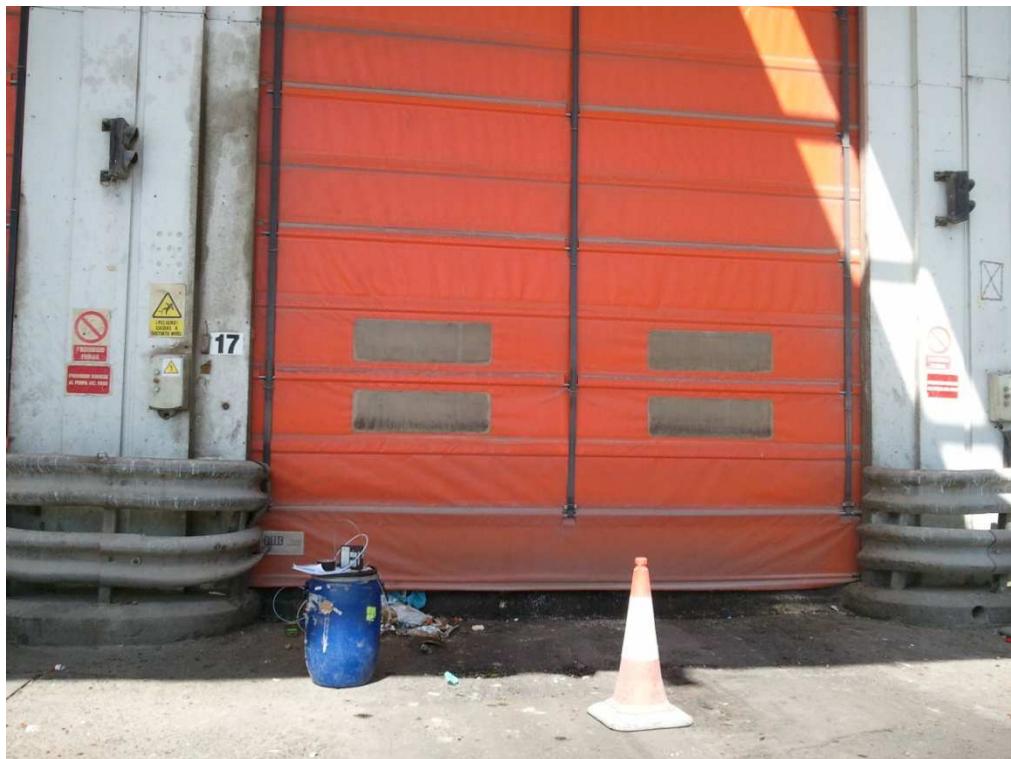


Figura 96. Toma de muestras, con el método puntual, del ambiente general de los fosos de descarga.



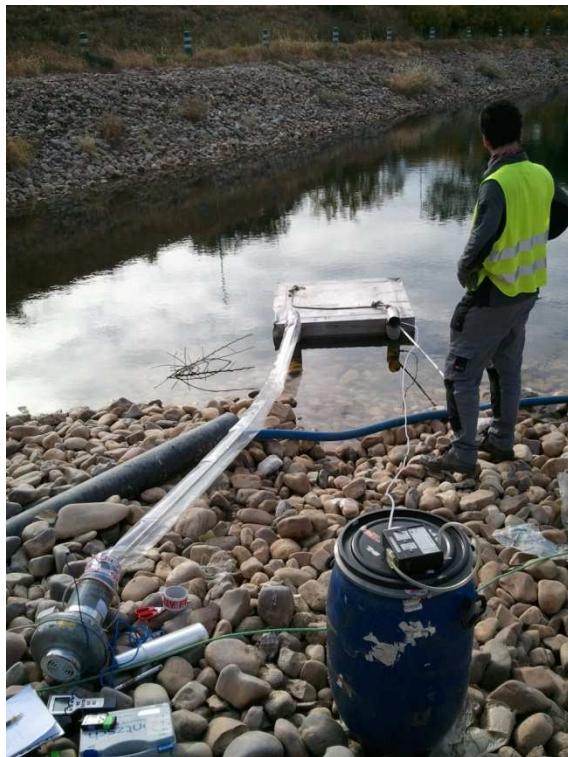


Figura 97. Toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre la balsa del efluente de la planta de lixiviados.



Figura 98. Toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre el frete de vertido (celda 5).





Figura 99. Detalle toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre el frente de vertido (celda 5).



Figura 100. Toma de muestras, con el método de la caja Lindvall, sobre el frente de explotación cubierto con compost (celda 5).



Anexo B Criterio de impacto por olor

El mecanismo que conduce de unas emisiones de olor en la atmósfera a una molestia de olor no es directo pero sí bastante complejo. Este mecanismo implica:

- Las características del olor que se libera (detectabilidad, tono hedónico, potencial de molestia);
- Dilución variable en la atmósfera a partir de una dispersión turbulenta (turbulencia o estabilidad de la capa, dirección del viento, velocidad del viento, etc.);
- Exposición de los receptores en la población (localización de la residencia, movimiento de la gente, tiempo dedicado en actividades al aire libre etc.);
- Contexto de percepción (por ejemplo, otro olores, antecedentes en olores, actividad y estado de la mente dentro de la percepción del contexto);
- Características del receptor (historia de la exposición, asociación con riesgos, actividades durante los episodios de exposición, factores psicológicos tales como comportamiento percepción de la salud, y percepción de amenazas para la salud).

Los mecanismos subyacentes son diversos y mutuamente interactivos. La molestia es un síntoma que se desarrolla después de una exposición intermitente durante un largo periodo de tiempo.

La relación dosis efecto entre la molestia y la exposición de Olores puede ser descrita de una manera simplificada la cual no tiene en cuenta todos estos diferentes factores. El modelo de dosis efecto que une la “exposición de Olores” con “molestia” es descrita típicamente como una relación entre la exposición modelizada, y la molestia mediante un cuestionario estándar realizado por teléfono o, alternativamente, mediante la recopilación de quejas a lo largo del tiempo.

La exposición se cuantifica dependiendo la frecuencia de concentración en un promedio de hora por encima del límite de concentración de olor; por ejemplo, 5 unidades de olor por metro cúbico (ou_E/m^3) como promedio horario de concentración de olor por año en un promedio meteorológico de 98-percentil. Esto sería igual a: $C_{98} = 5 \text{ ou}_E/\text{m}^{-3}$.

Un criterio de calidad de aire para olores se puede realizar en base a la descripción de la exposición, y el conocimiento de la relación de respuestas. Sin embargo, esta relación no sería la misma en cada comunidad. Se determina mediante factores tales como la multitud, expectaciones en calidad medioambiental, prioridades económicas, etc. Sin embargo, el olor puede tener efectos directos sobre la calidad de vida y de allí sobre la salud y es, de alguna manera, un factor estético dentro de la calidad ambiental.

Para determinar criterios de exposición medioambiental con el fin de evitar las molestias de olor, se debe tener en cuenta no sólo cuestiones científicas sino también políticas. El rango de discreción política es limitada, y sin embargo, a diferencia de otros contaminantes de aire, el olor puede ser evaluado por cada ciudadano, y a menudo el resultado de esta evaluación se traduce en quejas.

Actualmente, la única referencia de criterios claros relacionados con la calidad de aire en términos de olores en España fue emitida el pasado Junio de 2005 por la Direcció General de Qualitat Ambiental del Departament de Medi Ambient i Habitatge. El criterio de impacto propuesto esta disponible en [l'esborrany d'avantprojecte de Llei Contra la Contaminació Odorifera emès per la Direcció General de Qualitat Ambiental](#).

En este documento se define el sistema de prevención control e inspección y la distinción entre fuentes de emisión integradas en la Ley 3/1998. Asimismo propone los valores objetivo de inmisión de olor para las diferentes actividades generadoras de olor, y la metodología a seguir para la determinación de los mismos. El criterio utilizado en dicho borrador esta enfocado a brindar protección a los receptores residenciales dependiendo de la ofensividad del olor. Para tales efectos ha considerado los siguiente valores:

- $C_{98, 1\text{hora}} = 7 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor objetivo para olores provenientes de instalaciones de tostado y procesamiento de café y cacao, hornos de pan, pastelería y galletas, cervecerías, producción de aromas y fragancias, secado de productos vegetales, entre otras actividades diversas.



- $C_{98,1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor objetivo para olores provenientes de actividades de ramadería, procesamiento de la carne, ahumado de alimentos, aprovechamiento de subproductos de origen vegetal, tratamiento de productos orgánicos, y sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor límite para olores provenientes de actividades de gestores de residuos, aprovechamiento de subproductos de origen animal, destilación de productos de origen vegetal y animal, matadero y fabricación de pasta de papel.

Otras referencias de requerimientos legales se pueden encontrar en otros países europeos como Holanda, Irlanda y Reino Unido. En Holanda los valores utilizados actualmente oscilan entre 0.5 y 3.5 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ al percentil $C_{98,1h}$, mientras que en política medioambiental estos límites han sido utilizados en instrumentos normativos oficiales desde 1985. El valor estricto de $C_{98} < 0.5 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ se aplica en el caso de olores muy molestos mientras que para olores industriales más aceptables los valores bajan a $C_{98} < 3.5 \text{ ou}_E / \text{m}^3$. Sin embargo debemos recordar que Holanda es un país densamente poblado, y por tanto utilizar criterios muy estrictos se considera apropiado.

En el Reino Unido, la agencia medioambiental ha publicado recientemente un guía para regular olores dentro de los procedimiento de licencia IPPC. El impacto de olor es uno de los parámetros que necesita ser evaluado en un procedimiento de licencia IPPC. En este documento se pueden encontrar las siguiente guías:

- Technical Guidance Note H4, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Horizontal Guidance for Odour, Part 1 Regulation and Permitting, Environment Agency, UK,
- Technical Guidance Note H4, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Horizontal Guidance for Odour, Part 2 Assessment and Control, Environment Agency, UK, 2002.

Estos documentos están disponibles gratuitamente en la página web de la Agencia Ambiental www.environment-agency.gov.uk. El documento científico, preparado por OdourNet UK Ltd para la Environment Agency, se utilizó como base para la guía H4 y está disponible en el centro de distribución de documentos de WRc, ver www.wrcplc.co.uk:

- *Assessment of community response to odorous emissions.*, R&D Technical Report P4-095, Environment Agency, 2002.

El criterio utilizado en este estudio están basados en los criterios propuestos en el Anexo 6 de la guía H4 Parte 1:

- $C_{98,1\text{hora}} = 6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor límite para Olores con un potencial bajo de molestia,
- $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor límite para Olores con un potencial medio de molestia,
- $C_{98,1\text{hora}} = 1.5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como valor límite para Olores con un alto potencial de molestia.

Estos mismos niveles de exposición fueron propuestos por la Environment Protection Agency de Irlanda, para un intenso olor de Ganado, ver la referencia de abajo que se encuentra disponible en la página web www.epa.ie/pubs/default.htm :

- Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture, R&D reports series no. 14, Environmental Protection Agency, 2001, ISBN 1-84095-075-7.

En el enfoque de la EPA Irlandesa el $C_{98,1\text{hora}} = 6 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ se propuso como valor límite para instalaciones existentes, el $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor límite para instalaciones nuevas y el $C_{98,1\text{hora}} = 1.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor meta de calidad ambiental.

Tanto los documentos ingleses como los irlandeses están basados en un estudio largo de dosis-efecto sobre el efecto de los Olores de Ganado (cerdos) llevado a cabo en Holanda por el Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente en el 2000. En este estudio se realizó un cuestionario llamando a 2,500 teléfonos privados y proporcionó una relación dosis-efecto diferenciando la mayor o menor tolerancia al olor entre submuestras de población.



Anexo C Principios de medición de olores

¿Cómo se miden los olores? En términos globales los métodos de caracterización de olores se dividen en dos:

- c) técnicas analíticas,
- d) técnicas sensoriales.

Las técnicas analíticas utilizan métodos analíticos tradicionales para medir la concentración de compuestos químicos específicos presentes en un olor. Esto puede realizarse mediante Cromatografía de Gases Espectrometría de Masas (GC-MS), analizadores específicos (p.e. celdas químicas para el análisis de H_2S), técnicas químicas húmedas (mercaptanos), tubos indicadores y narices electrónicas.

Las técnicas sensoriales utilizan asesores humanos para medir un olor, siendo la olfatometría la técnica usada comúnmente para tales efectos. Dicha prueba evalúa las diluciones con aire “limpio”, que un olor debe sufrir para no ser detectable por un humano promedio (según umbral de detección). Las unidades de dicho umbral son unidades de olor europeas por metro cúbico (ou_E/m^3). Otras técnicas sensoriales incluyen la determinación del carácter de un olor (p.e. mapeo triangular), y nivel de agrado o desagrado de un olor (p.e. tono hedónico).

¿Qué técnica debo usar para medirlos, sensorial o analítica? La técnica a utilizar depende directamente del objetivo que se busca con el ejercicio de muestreo y análisis de olores.

La ventaja de las técnicas analíticas es que son relativamente sencillas de llevar a cabo y que identifican cuantitativamente las especies químicas presentes en un olor. La desventaja de la técnica es que no provee información alguna de la molestia que puede generar un olor, en términos de percepción humana. La consideración generalmente usada en este tema es que la contribución de las especies químicas aisladas puede sumarse para obtener la concentración global de olor. Esta consideración es raramente aplicable en la realidad. La presencia o ausencia de una especie química en la mezcla de gases puede potenciar, disminuir, o incluso cambiar la percepción de un olor por completo. Por este motivo, las técnicas analíticas no son usadas para propósitos de impactos por olores, sino usualmente para definir criterios de diseño de plantas de control, determinar si las emisiones de una especie química específica está dentro de normativas de contaminantes tradicionales como el H_2S , amoniaco, entre otros.

La ventaja de las técnicas sensoriales es que proveen información clara sobre como un olor específico es percibido por los humanos. Esto es particularmente útil cuando se desea determinar el impacto de un olor, o bien para evaluar la efectividad de un equipo de control, como por ejemplo un biofiltro. La desventaja de este método es que no es específico y consecuentemente, no identifica las especies químicas causantes del olor.



¿Cuál es la definición de la unidad de olor? La concentración de olor de una muestra de gas se determina mediante la presencia de un panel de expertos testeados con la respectiva muestra, variando la dilución con gas neutro, con el fin de determinar el factor de dilución a un 50% del umbral de detección (D_{50}). La concentración de olor de la muestra examinada será entonces expresada como múltiple de la Unidad Europea de Olor por metro cúbico [ou_E/m^3], en condiciones estándar.

La Unidad de Medida. La unidad de olor es una unidad difícil de definir, porque relaciona el efecto psicológico con el estímulo que lo ha causado. El estímulo, en este caso, pueden ser varias sustancias. La respuesta de nuestro sentido del olfato al olor se reduce a un simple valor de parámetros, los cuales simplifican enormemente el amplio espectro en información sensorial que se obtiene realmente a partir del cerebro. Esta simplificación es útil para describir los efectos potenciales.



La reducción de un complejo conjunto psicológico a un simple parámetro, es una metodología muy similar a la que expresa los efectos que causan sustancias tóxicas en un organismo a D_{50} , indicando la dosis que causa el efecto letal en el 50% de la población. La respuesta psicológica está considerada como la reacción general que puede ser causada por un amplio rango de sustancias y dosis.

En términos generales, esta teoría puede ser utilizada para definir el potencial que tiene una cierta cantidad de sustancias para provocar un efecto psicológico, expresando la dosis como un múltiplo de la dosis necesaria para causar el efecto en el 50% de la población. La definición y el uso de la unidad están estrechamente unidos a la unidad de olor. En el estudio del olor, el D_{50} podría ser descrito como el 50% de la población que pueden detectar un estímulo sensorial.

En anteriores estudios, no se utilizó una población de sujetos testeados, ya que solamente se relacionó la respuesta psicológica con el número de diluciones de la muestra. Esta forma inhabilita la posibilidad de comparar las dosis de la muestra a otras medias que no sean la de la población. Las muestras de población son demasiado grandes para compensar la variabilidad biológica dentro de la población, una pequeña muestra de la población (4-8 sujetos, elegidos al azar) es una muestra muy limitada para ser representativa, conociendo la variabilidad de sensibilidad dentro de la población. Esta práctica no corresponde a los requerimientos estadísticos usados en experimentos toxicológicos, ya que la cantidad de muestra de la población requerida para ser representativa (cientos) es mucho más grande que el número regular de miembros del panel usados en las aplicaciones medioambientales de olfatometría.

La solución está en estandarizar los sujetos testeados mediante evaluación de la sensibilidad a un material de referencia (n-butanol CAS-nr [71-36-3]). Se supone que la sensibilidad a un olor referente pronosticará la sensibilidad por otras sustancias. La dosis de otras sustancias y mezclas se expresaran como múltiples de la dosis necesaria para obtener la reacción psicológica equivalente a la de la sustancia de referencia. En términos prácticos, La unidad Europea de Olor [ou_E] es la cantidad de olor la cual, cuando se evapora en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones estándar, provocará una respuesta psicológica en los miembros del panel (umbral de percepción) equivalente al provocado por un EROM (European Reference Odour Mass), evaporado en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones estándar.

Un EROM, evaporado en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones estándar, es equivalente a la respuesta psicológica D_{50} (umbral de percepción), evaluado por un panel en conformidad con este estándar, y tiene, por definición, una concentración de 1 ou_E/m^3 . Existe una relación entre el ou_E para el olor referente y cualquier mezcla de olores. Esta relación esta definida por el nivel de respuesta psicológica D_{50} (umbral de percepción), donde:

1 EROM (para n-butanol, CAS 71-36-3) \equiv 1 ou_E para una mezcla de sustancias olorosas.



Este vínculo está basado en que la trayectoria de las unidades de olor para una mezcla de olores es equivalente al de la sustancia de referencia, por lo tanto, se expresan las concentraciones de olor en "masa equivalente de n-butanol". La concentración de olor está expresada como múltiplo de una ou_E en un metro cúbico de gas neutro y puede ser evaluada a una concentración de $1\ ou_E/m^3$. La concentración de olor, en ou_E/m^3 , también puede ser expresada como concentración de masa (kg/m^3).

Nota: Cuando se trabaja en concentración de olor, se debe tener en cuenta que la relación entre la intensidad del olor y la concentración de olor no es lineal, y habrá diferentes relaciones para diferentes (mezclas de) olores.



Anexo D Resultados de los certificados de sensibilidad olfativa del panel de asesores

Tabla 63. Resultados del umbral de detección y desviación estándar de los miembros del panel cualificados, según las normativas VDI/DIN3940 y EN13725 de las pruebas de selección realizadas la semana del 27 al 31 de julio de 2015.

Código del Asesor	Media geométrica del umbral de detección individual del gas n-butanol (ppbv)	Desviación estándar
01	57,52	1,87
02	76,38	1,45
03	68,4	1,82
04	43,09	2,24
05	54,29	1,59
06	71,71	1,98
07	60,07	2,13
08	21,34	1,74
09	67,33	1,87
10	36,24	1,49



Anexo E Área de estudio - malla de observación

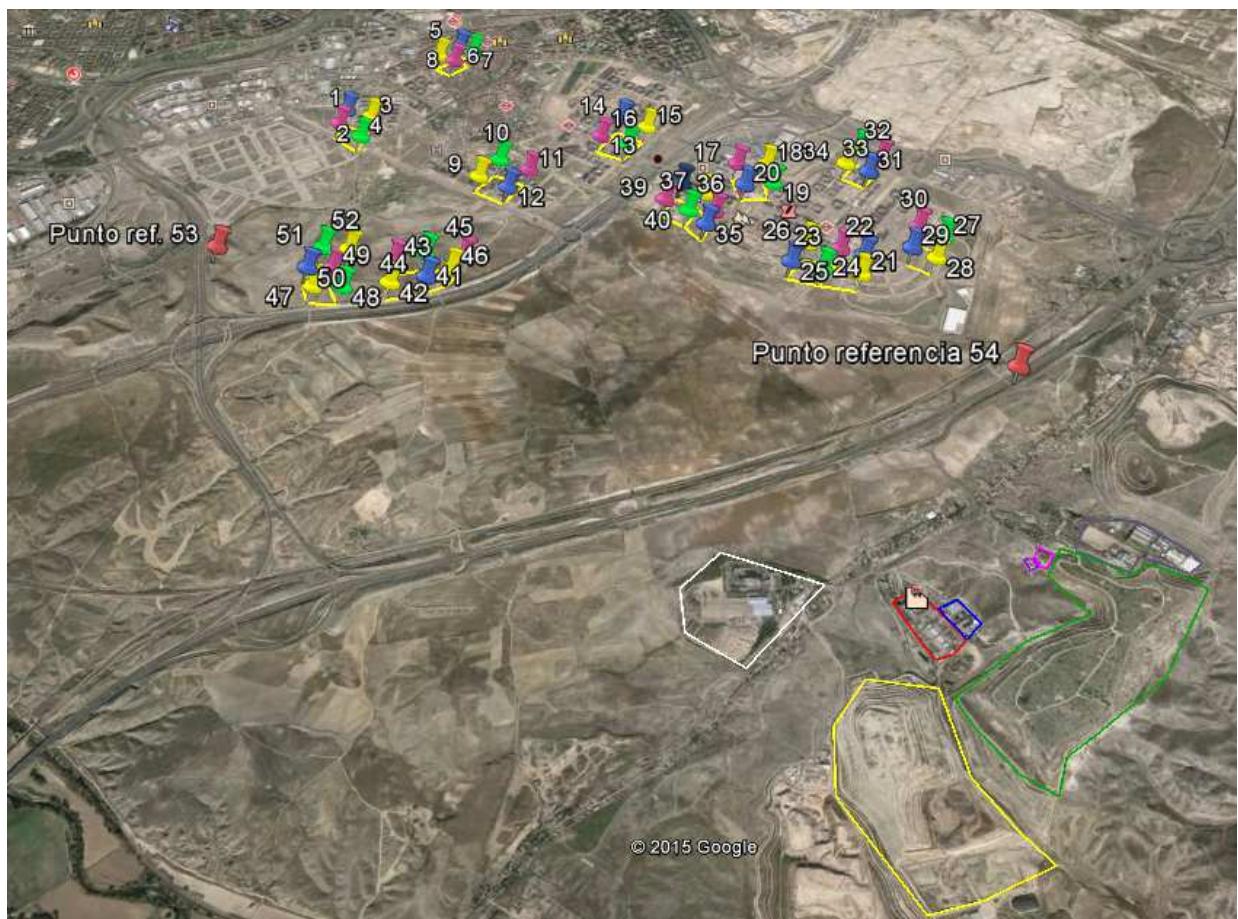


Figura 101. Área de estudio de La Planta de Tratamiento de Valdemingómez (Madrid): ortofotomap con la sobreimpresión de los puntos rotativos de observación de la malla en forma de chincheta, ubicándose en los vértices de cada celda. Las celdas se presentan en forma de polígonos en amarillo. Cada punto tiene un código (número del 1 al 52) y color (amarillo, verde, rosa y azul) en función de la ruta de observación asignada. Los puntos 53 y 54 son puntos de referencia y se miden en todas las rutas, funcionando como celdas independientes.

Anexo F Resultados de las “Horas de Olor”

Los resultados de las horas de olor que siguen a continuación corresponden a la totalidad del estudio, del 17 de agosto al 17 de noviembre de 2015; 17 de febrero al 17 de mayo 2016.

Anexo F.1 Horas de olor a “Basura”

Tabla 64: Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Basura” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
17.08.2015	lunes	16:22	39	SO, 3m/s
17.08.2015	lunes	16:56	23	S, 5m/s
19.08.2015	miércoles	13:29	14	SE, 3m/s
21.08.2015	viernes	10:36	5	SE, 3m/s
03.09.2015	jueves	19:23	6	SE, 5m/s
05.09.2015	sábado	00:05	26	SE, 1m/s
20.09.2015	domingo	12:18	9	*n.d, 0m/s
05.10.2015	lunes	00:43	46	SO, 5m/s
05.10.2015	lunes	03:39	18	S, 10m/s
05.10.2015	lunes	04:30	21	S, 10m/s
05.10.2015	lunes	04:53	28	SO, 10m/s
17.11.2015	martes	15:49	20	SE, 3m/s
29.02.2016	lunes	08:43	28	SO, 1m/s
03.03.2016	jueves	00:10	24	SO, 1m/s
11.05.2016	miércoles	01:30	50	S, 1m/s
14.05.2016	sábado	09:01	9	SE, 3m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 65. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Basura” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
17.08.2015	lunes	17:40	54	SO, 7m/s
03.09.2015	jueves	14:08	54	O, 7m/s
11.09.2015	viernes	16:11	54	O, 6m/s
11.09.2015	viernes	16:11	54	O, 6m/s
16.10.2015	viernes	14:11	54	S, 1m/s
25.10.2015	domingo	22:11	54	SO, 7m/s
13.04.2016	miércoles	13:59	54	SO, 7m/s
11.05.2016	miércoles	00:00	54	O, 1m/s



(1)Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Anexo F.2 Horas de Olor a “Compostaje”

Tabla 66. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Compostaje” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
20.09.2015	domingo	13:23	28	0, 1m/s
05.10.2015	lunes	00:43	46	SO, 5m/s
05.10.2015	lunes	04:30	21	S, 10m/s

(1)Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 67. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Compostaje” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
05.10.2015	lunes	00:11	54	SE, 5m/s

(1)Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.



Anexo F.3 Horas de Olor a “Biogás”

Tabla 68. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Biogás” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
05.09.2015	sábado	00:05	26	SE, 1m/s
05.09.2015	sábado	00:23	21	S, 3m/s
16.09.2015	miércoles	04:43	29	SE, 7m/s
16.09.2015	miércoles	05:06	22	SO, 7m/s
07.10.2015	miércoles	13:00	51	E, 3m/s
11.10.2015	domingo	23:08	17	SO, 5m/s
11.10.2015	domingo	23:48	30	S, 3m/s
11.10.2015	domingo	00:06	23	S, 3m/s
11.10.2015	domingo	00:42	39	S, 3m/s
11.10.2015	domingo	01:02	1	S, 3m/s
25.10.2015	domingo	23:15	50	SO, 7m/s
25.10.2015	domingo	23:37	41	SO, 7m/s
25.10.2015	domingo	00:01	12	SE, 1m/s
05.11.2015	jueves	04:41	28	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	05:02	21	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	05:23	26	SE, 3m/s
05.11.2015	jueves	05:43	37	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	06:06	18	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	06:25	34	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	06:51	15	*n.d, 0m/s
05.11.2015	jueves	07:15	5	*n.d 0m/s
21.02.2016	domingo	16:13	39	SE,10m/s
03.03.2016	jueves	00:10	24	SO,1m/s
03.03.2016	jueves	00:35	27	SO,3m/s
03.03.2016	jueves	00:53	33	SO,1m/s
19.03.2016	sábado	22:20	17	S,5m/s
19.03.2016	sábado	22:57	30	S,7m/s
19.03.2016	sábado	23:17	23	S,10m/s
19.03.2016	sábado	23:36	36	SO,5m/s
09.04.2016	sábado	23:55	20	S,5m/s
09.04.2016	sábado	00:46	29	S,5m/s
11.04.2016	lunes	03:06	28	SE,5m/s



11.04.2016	lunes	03:23	21	SE,5m/s
15.04.2016	viernes	02:50	30	SO,3m/s
14.05.2016	sábado	08:35	3	SE,5m/s
14.05.2016	sábado	09:01	9	SE,3m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 69. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Biogás” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
05.10.2015	lunes	00:11	54	SE, 5m/s
16.10.2015	viernes	14:11	54	S, 1m/s
25.10.2015	domingo	22:57	53	SO, 7m/s
29.02.2016	lunes	08:14	54	*n.d 0m/s
23.04.2016	sábado	10:32	53	SE,3m/s
06.05.2016	viernes	08:16	53	SE,3m/s
11.05.2016	miércoles	00:06	54	SO,1m/s
11.05.2016	miércoles	01:52	53	S,0m/s

(1)Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Anexo F.4 Horas de Olor a “Lodos-fangos”

No se ha identificado este olor en ninguna de las observaciones realizadas.



Anexo F.5 Horas de olor a “Planta RSU”

Tabla 70. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Planta RSU” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
17.08.2015	lunes	16:22	39	SO,3m/s
17.08.2015	lunes	16:56	23	S,5m/s
19.08.2015	miércoles	13:29	14	SE,3m/s
21.08.2015	viernes	10:36	5	SE,3m/s
03.09.2015	jueves	19:23	6	S,3m/s
05.09.2015	sábado	00:05	26	SE,1m/s
05.09.2015	sábado	00:23	21	S,3m/s
16.09.2015	miércoles	04:43	29	SE,7m/s
16.09.2015	miércoles	05:06	22	SO,7m/s
20.09.2015	domingo	12:18	9	*n.d. 0m/s
20.09.2015	domingo	13:23	28	SO,1m/s
05.10.2015	lunes	00:43	46	SO,5m/s
05.10.2015	lunes	03:39	18	S,10m/s
05.10.2015	lunes	04:30	21	S,10m/s
05.10.2015	lunes	04:53	28	SO,10m/s
07.10.2015	miércoles	13:00	51	E,3m/s
11.10.2015	domingo	23:08	17	SO,5m/s
11.10.2015	domingo	23:48	30	S,3m/s
11.10.2015	domingo	00:06	23	S,3m/s
11.10.2015	domingo	00:42	39	S,3m/s
11.10.2015	domingo	01:02	1	S,3m/s
25.10.2015	domingo	23:15	50	SO,7m/s
25.10.2015	domingo	23:37	41	SO,7m/s
25.10.2015	domingo	00:01	12	SE,1m/s
05.11.2015	jueves	04:41	28	*n.d. 0m/s
05.11.2015	jueves	05:02	21	S,0m/s
05.11.2015	jueves	05:23	26	SE,3m/s
05.11.2015	jueves	05:43	37	*n.d. 0m/s
05.11.2015	jueves	06:06	18	*n.d. 0m/s



05.11.2015	jueves	06:25	34	*n.d. 0m/s
05.11.2015	jueves	06:51	15	*n.d. 0m/s
05.11.2015	jueves	07:15	5	*n.d. 0m/s
17.11.2015	martes	15:49	20	SE,3m/s
21.02.2016	domingo	16:13	39	SE,10m/s
29.02.2016	lunes	08:43	28	SO,1m/s
03.03.2016	jueves	00:10	24	SO,1m/s
03.03.2016	jueves	00:35	27	SO,3m/s
03.03.2016	jueves	00:53	33	SO,1m/s
Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
19.03.2016	sábado	22:20	17	S,5m/s
19.03.2016	sábado	22:57	30	S,7m/s
19.03.2016	sábado	23:17	23	S,10m/s
19.03.2016	sábado	23:36	36	SO,5m/s
09.04.2016	sábado	23:55	20	SO,5m/s
09.04.2016	sábado	00:46	29	S,5m/s
11.04.2016	lunes	03:06	28	SE,5m/s
11.04.2016	lunes	03:23	21	SE,5m/s
15.04.2016	viernes	02:50	30	SO,3m/s
11.05.2016	miércoles	01:30	50	S,1m/s
14.05.2016	sábado	08:35	3	SE,5m/s
14.05.2016	sábado	09:01	9	SE,3m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s) (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 71. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “Planta RSU” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
17.08.2015	lunes	17:40	54	SO,7m/s
03.09.2015	jueves	14:08	54	SO,7m/s
11.09.2015	viernes	16:11	54	0,6 m/s
16.09.2015	miércoles	10:52	54	S,17 m/s
05.10.2015	lunes	00:11	54	SE,5 m/s
16.10.2015	viernes	14:11	54	S,1 m/s
25.10.2015	domingo	22:11	54	SO,7 m/s
25.10.2015	domingo	22:57	53	SO,7m/s
29.02.2016	lunes	08:14	54	SO,1 m/s
13.04.2016	miércoles	13:59	54	SO,7m/s
23.04.2016	sábado	10:32	53	SE,3 m/s



06.05.2016	viernes	08:16	53	SE, 3 m/s
11.05.2016	miércoles	00:06	54	SO, 1 m/s
11.05.2016	miércoles	01:52	53	*n.d. 0 m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s) (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Anexo F.6 Horas de Olor a “Agua residual”

No se ha identificado este olor en ninguna de las observaciones realizadas.

Anexo F.7 Horas de Olor a “Camión basura”

Tabla 72. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “camión basura” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
16.09.2015	miércoles	09:33	2	S, 17m/s
27.09.2015	domingo	10:09	1	N, 5m/s
05.10.2015	lunes	02:20	9	SE, 3m/s
17.11.2015	martes	18:45	2	SE, 3m/s

(1)Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 73. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “camión basura” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
19.08.2015	miércoles	16:05	54	SE, 10m/s
21.08.2015	viernes	11:25	54	SE, 3m/s
25.08.2015	martes	18:18	54	NE, 3m/s
29.08.2015	sábado	02:01	54	SE, 13m/s
16.09.2015	miércoles	10:52	54	S, 17m/s
27.09.2015	domingo	11:30	54	E, 1m/s
05.11.2015	jueves	10:21	54	S, 3m/s
17.11.2015	martes	13:34	54	*n.d, 0m/s
23.04.2016	sábado	09:57	54	*n.d, 0m/s
06.05.2016	viernes	09:59	54	E, 3m/s
11.05.2016	miércoles	00:06	54	0,1m/s



14.05.2016	sábado	11:32	54	SE,5m/s
17.05.2016	martes	18:07	54	E,7m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Anexo F.8 Horas de Olor a “Alcantarilla”

Tabla 74. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “alcantarilla” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
21.08.2015	viernes	07:10	26	SE, 7m/s
25.08.2015	martes	22:36	40	*n.d, 0m/s
29.08.2015	sábado	02:29	32	SE, 13m/s
05.09.2015	sábado	23:31	18	SE, 5m/s
27.09.2015	domingo	07:32	39	N, 3m/s
05.10.2015	lunes	02:38	3	SE, 3m/s
07.10.2015	miércoles	12:02	10	NE, 3m/s
07.10.2015	miércoles	14:55	27	O, 3m/s
16.10.2015	viernes	20:07	3	*n.d, 0m/s
24.10.2015	sábado	18:12	39	N, 2m/s
25.10.2015	domingo	01:44	31	*n.d, 0m/s
25.10.2015	domingo	03:05	2	*n.d, 0m/s
08.11.2015	domingo	20:58	40	*n.d, 0m/s
26.02.2016	viernes	05:11	2	NO,5m/s
07.03.2016	lunes	04:17	32	S,5m/s
13.03.2016	domingo	00:44	18	NE,7m/s
22.03.2016	martes	12:10	31	N,1m/s
27.03.2016	domingo	14:53	3	N,13m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

No existen observaciones de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “alcantarilla” en los puntos fijos de observación de la malla.



Anexo F.9 Horas de Olor a “Humo-quemado”

Tabla 75. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “humo-quemado” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
17.08.2015	lunes	13:01	49	S, 7m/s
17.08.2015	lunes	13:35	43	O, 5m/s
17.08.2015	lunes	17:14	30	NO, 3m/s
21.08.2015	viernes	09:11	47	E, 7m/s
29.08.2015	sábado	03:06	23	SE, 5m/s
05.09.2015	sábado	00:38	28	SE, 3m/s
05.09.2015	sábado	01:00	34	SE, 3m/s
08.09.2015	martes	08:34	27	*n.d, 0m/s
24.09.2015	jueves	23:15	44	NE, 3m/s
24.09.2015	jueves	23:36	48	NE, 7m/s
24.09.2015	jueves	01:08	4	N, 3m/s
24.09.2015	jueves	02:48	24	NE, 10m/s
27.09.2015	domingo	08:53	49	N, 1m/s
05.10.2015	lunes	04:30	21	S, 10m/s
05.10.2015	lunes	04:53	28	SO, 10m/s
11.10.2015	domingo	21:22	49	SO, 10m/s
25.10.2015	domingo	00:20	38	SE, 5m/s
08.11.2015	domingo	20:42	24	*n.d, 0m/s
08.11.2015	domingo	22:27	4	*n.d, 0m/s
03.03.2016	jueves	20:55	48	E, 5m/s
03.03.2016	jueves	00:10	24	SO, 1m/s
09.04.2016	sábado	23:55	20	O, 5m/s
06.05.2016	viernes	05:23	27	S, 7m/s



14.05.2016	sábado	06:29	28	S,1m/s
14.05.2016	sábado	06:44	21	S,1m/s
14.05.2016	sábado	07:03	26	SE,10m/s
14.05.2016	sábado	10:11	52	NE,5m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s) (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 76. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “humo-quemado” de los puntos fijos de observación.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
05.09.2015	sábado	21:40	53	N, 1m/s
08.09.2015	martes	08:06	54	*n.d, 0m/s
24.10.2015	sábado	17:04	54	E, 2m/s
25.10.2015	domingo	22:11	54	SO, 7m/s
08.11.2015	domingo	01:38	54	NE, 3m/s
13.11.2015	viernes	00:17	54	SE, 3m/s
07.04.2016	jueves	08:12	54	N,1m/s
23.04.2016	sábado	09:57	54	SO,0m/s
06.05.2016	viernes	08:16	53	SE,3m/s
06.05.2016	viernes	09:59	54	E,3m/s
10.05.2016	martes	07:59	54	E,7m/s
14.05.2016	sábado	11:32	54	SE,5m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Anexo F.10 Horas de Olor a “Otros”

Tabla 77. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “otros” de los puntos rotativos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto rotativo de la malla	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
19.08.2015	miércoles	10:04	31	NE,5m/s
21.08.2015	viernes	08:12	46	SE, 10m/s



21.08.2015	viernes	10:13	3	E, 3m/s
29.08.2015	sábado	03:27	36	SE, 10m/s
05.11.2015	jueves	07:37	3	*n.d, 0m/s
17.02.2016	miércoles	20:25	9	0,7m/s
17.02.2016	miércoles	21:12	5	SO,5m/s
09.03.2016	miércoles	18:05	20	0,10m/s
19.03.2016	sábado	18:02	54	0,5m/s
27.03.2016	domingo	15:12	5	SO,10m/s
06.05.2016	viernes	06:05	7	SE,3m/s
17.05.2016	martes	19:49	53	NO,1m/s

*Dirección de viento no definida ya que es inexistente (0m/s), (1) Registro anotado por los panelistas durante la medición en el punto. La dirección indica de donde sopla el viento.

Tabla 78. Resultados de “horas de olor” de la(s) fuente(s) caracterizada(s) como “otros” de los puntos fijos de la malla de medición.

Fecha	Día de la semana	Hora de la observación	Punto fijo de observación	Condiciones de la dirección y velocidad del viento(1)
19.03.2016	sábado	18:02	54	0,5m/s
17.05.2016	martes	19:49	53	NO,1m/s



Anexo G Detalle presupuesto MTD's





TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



**Proceso de Tratamiento de Aire, Desodorización
por Vía Biológica, Adsorción con Carbón Activo, Campanas de
Captación y Cubiertas**

TECNIUM

ODOURNET

Att. Sra. Laura Rodriguez
lrodriguez@odournet.com



N.ref	: OPY012006-2 A CO/ib
S. ref	: PARQUE TECNOLÓGICO VALDEMIN
Fecha	: 13/09/16



ÍNDICE

INSTALACIÓN 1

Nave Triaje

Cubierta

1.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Ventilador + Chimenea

1.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Nave Compostaje

Cubierta

1.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

- 3.a Etapa de Absorción Química
- 3.b Etapa de Preacondicionamiento
- 3.c Etapa de Tratamiento Biológico
- 3.d Dosificación de reactivos
- 3.e Almacenamiento de Efluentes

4.- COMPLEMENTOS

- 4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES



Zona Acopio compost

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

- 3.a Etapa de Absorción Química**
- 3.b Etapa de Preacondicionamiento**
- 3.c Etapa de Tratamiento Biológico**
- 3.d Dosificación de reactivos**
- 3.e Almacenamiento de Efluentes**

4.- COMPLEMENTOS

- 4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos**

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES

INSTALACIÓN 2

Fosos y Pretratamiento

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

- 3.a Etapa de Humidificación**
- 3.b Etapa de Tratamiento Biológico**

4.- COMPLEMENTOS

- 4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos**

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES



Nave Deshidratación y Acopio

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a Etapa de Humidificación

3.b Etapa de Tratamiento Biológico

4.- COMPLEMENTOS

4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES

INSTALACIÓN 3

Fosos recepción

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a Etapa de Humidificación

3.b Etapa de Tratamiento Biológico

4.- COMPLEMENTOS

4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES



Zona Afino

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a Etapa de Humidificación

3.b Etapa de Tratamiento Biológico

4.- COMPLEMENTOS

4.a Conductos de aire y tuberías de líquidos

5.- OPCIONES

6.- EXCLUSIONES

INSTALACIÓN 4

Tratamiento Biogás

Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

4.- COMPLEMENTOS

4.a Conductos de aire

5.- EXCLUSIONES

Comunes para todas las instalaciones

1.- PRECIOS

2.- CONDICIONES DE SUMINISTRO

3.- GARANTIAS



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



INSTALACIÓN 1



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Nave Triaje



Cubierta

1.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

- 1 **Cubierta de cinta transportadora** con las siguientes características:

Material de construcción	:	Barrera química: Resina isoftálica /fibra de vidrio
		Refuerzo mecánico: Resina isoftálica /fibra de vidrio
Anchura	:	0'3 m
Longitud	:	140 m
Altura	:	1'2 m
Espesor	:	5 mm

Ventilador + Chimenea

- 1 **VENTILADOR TECNIUM** centrifugo, modelo **MPSSS - 4055**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Resina estervinílica / fibra de vidrio
Acoplamiento al motor	:	Poleas - correas
Caudal	:	6.400 m ³ /h
Presión estática	:	1.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	7'5 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **Chimenea de DN 400 en polipropileno con 40m de altura** (se incluye la soportación para sujetar el tramo inferior sobre los 27m de fachada del edificio pero se excluye la soportación, así como las escaleras y plataformas de acceso a los 13m restantes).



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Nave Compostaje



Cubierta

1.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

- **1 Cubierta de cinta transportadora** con las siguientes características:

Material de construcción	: Barrera química: Resina isoftálica /fibra de vidrio
	Refuerzo mecánico: Resina isoftálica /fibra de vidrio
Anchura	: 0'3 m
Longitud	: 140 m
Altura	: 1'2 m
Espesor	: 5 mm



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

Dada la gran concentración de NH₃ y COV, presentes en el aire con alta carga de olor a tratar se ha previsto su tratamiento en una etapa previa en que, la absorción del gas contaminante se efectúa en contracorriente en el interior de un scrubber y dentro de unos espacios llenos con elementos de contacto de gran superficie específica, combinados en forma de conseguir un contacto óptimo de las fases líquido/gas y una distribución uniforme de ambos fluidos a lo largo del proceso, donde el líquido de lavado (una solución de H₂SO₄) es dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio. Dichos elementos de contacto van sustentados por parrillas desmontables de gran área de paso y baja pérdida de carga. Con ello se pretende disminuir la concentración de NH₃ y COV, evitando así un exceso de nitrificación de la biomasa. El aire con baja carga de olor se reúne con el procedente del scrubber en una corriente única y ésta se envía a una torre de preacondicionamiento donde se deja el gas a tratar, en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica, antes de ser introducidos en un biofiltro .

Dada la baja concentración de H₂S, no se prevé tratamiento alcalino, si bien la torre de preacondicionamiento está preparada para recibir una inyección de NaOH si en un futuro fuera necesario.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de las mismas torres mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas a la atmósfera, así como pérdidas de solución de lavado.

El líquido de lavado, contenido en el fondo de las torres, es recirculado por medio de bombas centrífugas TECNIUM, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido de lavado se mantiene constante en todas las torres mediante una entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo la dosificación de H₂SO₄ almacenado en un depósito pulmón se controla a través del control de pH, y la desconcentración de las sales producidas se controla mediante un medidor de conductividad que actúa sobre una electroválvula colocada en la impulsión de la bomba de recirculación.

Varios ventiladores centrífugos construidos en materiales anticorrosivos vehiculan el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

En cuanto al tratamiento biológico final de los gases, decir que se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.

Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.



No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

· Caudal de aire a tratar	: 140.000 m ³ /h
· Concentración de NH ₃	: 80 mg/m ³
· Temperatura aire	: Ambiente
· Líquido de lavado	: H ₂ SO ₄ (pH=2) en la etapa de absorción ácida. H ₂ O en la etapa de acondicionamiento
· Eficacia de absorción	: 99%
· Humedad del aire a la salida del scrubber y biofiltro	: 100 %
· Pérdida de carga en equipos	: 1.300 Pa
· Pérdida de carga en conductos	: 1.000 Pa (supuestos)
· Pérdida de carga total	: 2.300 Pa
· Consumo medio estimado de H ₂ SO ₄ 98%	: 36 Kg/h
· Producción estimada de (NH ₄) ₂ SO ₄ 40%	: 108 Kg/h
· Consumo estimado de H ₂ O	: 900 Kg/h (se debe al evaporado+purgado+ caudal medio de riego en biofiltro suponiendo una temperatura media del aire de 20°C y un grado de humedad del 80%)
· Producción estimada de lixiviados en el biofiltro	: 200 Kg/h
· Estimación de concentración de olor tras tratamiento	: 2.000 UO _E /m ³ (suponiendo una entrada de 6.790 UO _E /m ³)



Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.

3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Absorción Química:

- 1 **SCRUBBER TECNIUM** compacto, vertical, modelo **ELFSS – 42** , con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	4.200 m.m
Altura total aproximada	:	7.500 m.m
Espesor de construcción	:	6 m.m
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	14.000 l

Elementos de contacto utilizados

- Tipo : Ordenado
- Material : PVC
- Superficie específica : 243 m²/m³

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : Polipropileno

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Todo ello con alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BNBKK-125/315**, normalizada s/norma **EN 22858**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Semielástico con espaciador
Caudal	:	275 m ³ /h
Altura manométrica total	:	21 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	EPDM

Potencia instalada	:	45 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrífugo, modelo **MMSKI - 16016**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Polipropileno

Acoplamiento al motor	:	Poleas - correas
Caudal	:	140.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	160 kW
Tensión motor	:	380/660V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Preacondicionamiento:

- **1 TORRE DE PREACONDICIONAMIENTO TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS – 42**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica /fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica /fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	4.200 m.m
Altura total aproximada	:	6.000 m.m
Espesor de construcción	:	6 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	14.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 10.25**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	130 m ³ /h
Altura manométrica total	:	16 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	EPDM

Potencia instalada	:	18'5 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

3.c) Etapa de Tratamiento Biológico:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 25 x 35**, integrados en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **875 m² de superficie** con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

o Largo	:	35 m
o Ancho	:	25 m
o Alto	:	2'5 m

Parrilla soporte de la biomasa (con los puntales correspondientes)

o Material	:	Polipropileno
o Espesor	:	60 mm
o Superficie útil de paso	:	50 %
o Resistencia	:	2.000 Kg/m ²
o Altura de los puntales	:	700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

o Material	:	Polietileno flexible
------------	---	----------------------

Biomasa

o Tipo	:	Biomix
o Cantidad	:	1.400 m ³
o Tiempo de residencia	:	42s
o Composición	:	Brezo 100 %



- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meterológicas y por la propia biodegradación del biomedio)
- Necesidad del riego : 8.750 l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores de la biomasa.

3.d) Etapa de Dosificación de reactivos:

- 1 **DEPÓSITO TECNIUM**, modelo **DPFVS – 40**, para contener H₂SO₄ 98%, con las siguientes características:

Material barrera química	:	PVC
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Diámetro	:	1.600 m.m
Altura total	:	2.100 m.m
Espesor	:	3 m.m (PVC) + 5 m.m (GRP)
Capacidad	:	4.000 l
Autonomía	:	1 semana

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con un contacto de máxima y mínima.
- Rebosadero, drenaje y aireación.
- 1 **BOMBA DOSIFICADORA DOSAPRO**, modelo **GA - 90** con motor, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	PVDF
Caudal	:	9 ÷ 90 l/h
Presión	:	2 bar
Potencia instalada	:	0'12 kW
Tensión del motor	:	220/380 V
Protección del motor	:	IP-55



- 1 **Medidor de pH**, marca **CRISON** compuesto de electrodo, portaelectrodo y visualizador con 2 puntos de consigna, para controlar la bomba dosificadora. Alimentación 220 VAC.
- **Tuberías, válvulas y accesorios** de alimentación de reactivos hasta el scrubber en PVDF enfundada en tubería de PVC rígido, con juntas de Vitón, dejando las curvas libres para eliminar esfuerzos por cambio brusco de dirección. Se incluye la tornillería en AISI 304.
- **Armario de seguridad** para la bomba dosificadora en polipropileno, con cortina de acceso en PVC transparente, conteniendo las válvulas de seguridad, purga, aspiración e impulsión y bombas dosificadoras, protegiéndose el exterior de posibles fugas o proyecciones de reactivo concentrado, evitándose así peligrosos accidentes sobre el personal de operación. La valvulería y accesorios se encuentra incluida en el apartado de dosificación automática.

3.e) Etapa de Almacenamiento de Efluentes

- 1 **DEPÓSITO TECNIUM**, modelo **DPGSS – 150**, para almacenamiento de los efluentes ácido producidos en la 1^a etapa de absorción $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 40%, con las siguientes características:

Material barrera química	:	Resina estervinilica /fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica /fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	2.350 m.m
Altura total	:	4.000 m.m
Espesor	:	5 m.m
Capacidad	:	15.000 l

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 2 contactos.
- Rebosadero, drenaje y aireación.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, para evacuación del $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ almacenado, modelo **BHCKK-3.12**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	15 m ³ /h
Altura manométrica total	:	14 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	EPDM
Potencia instalada	:	3 kW
Tensión motor	:	220/380 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **Medidor de conductividad CRISON** para control de la concentración de sales en el scrubber y control de la descarga de efluentes a través de la electroválvula incluida en el suministro. Alimentación 220 VAC.
- **Tuberías, válvulas y accesorios** de unión entre depósito y bomba en PVC, con juntas en Vitón y tornillería en AISI 304.

4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos, en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la interconexión entre scrubber, torre de preacondicionamiento, biofiltro y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido.



5.- OPCIONES

- **Armario de seguridad** para las bombas dosificadoras en polipropileno, con cortina de acceso en PVC transparente, conteniendo las válvulas de seguridad, purga, aspiración e impulsión y bombas dosificadoras, protegiéndose el exterior de posibles fugas o proyecciones de reactivo concentrado, evitándose así peligrosos accidentes sobre el personal de operación. La valvulería y accesorios se encuentra incluida en el apartado de dosificación automática.
- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.

6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros**, así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de conductos.
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Chimeneas y cubiertas de los biofiltros, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y reboses** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Obra civil.**
- **Transporte.**
- **Montaje.**
- **Puesta en marcha.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Tuberías de carga de reactivos de los depósitos de almacenamiento.**
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Zona Acopio Compost



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

Dada la gran concentración de NH₃ y COV, presentes en el aire con alta carga de olor a tratar se ha previsto su tratamiento en una etapa previa en que, la absorción del gas contaminante se efectúa en contracorriente en el interior de un scrubber y dentro de unos espacios llenos con elementos de contacto de gran superficie específica, combinados en forma de conseguir un contacto óptimo de las fases líquido/gas y una distribución uniforme de ambos fluidos a lo largo del proceso, donde el líquido de lavado (una solución de H₂SO₄) es dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio. Dichos elementos de contacto van sustentados por parrillas desmontables de gran área de paso y baja pérdida de carga. Con ello se pretende disminuir la concentración de NH₃ y COV, evitando así un exceso de nitrificación de la biomasa. El aire con baja carga de olor se reúne con el procedente del scrubber en una corriente única y ésta se envía a una torre de preacondicionamiento donde se deja el gas a tratar, en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica, antes de ser introducidos en un biofiltro.

Dada la baja concentración de H₂S, no se prevé tratamiento alcalino, si bien la torre de preacondicionamiento está preparada para recibir una inyección de NaOH si en un futuro fuera necesario.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de las mismas torres mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas a la atmósfera, así como pérdidas de solución de lavado.

El líquido de lavado, contenido en el fondo de las torres, es recirculado por medio de bombas centrífugas TECNIUM, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido de lavado se mantiene constante en todas las torres mediante una entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo la dosificación de H₂SO₄ almacenado en un depósito pulmón se controla a través del control de pH, y la desconcentración de las sales producidas se controla mediante un medidor de conductividad que actúa sobre una electroválvula colocada en la impulsión de la bomba de recirculación.

Varios ventiladores centrífugos construidos en materiales anticorrosivos vehiculan el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

En cuanto al tratamiento biológico final de los gases, decir que se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.



Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.

No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

· Caudal de aire a tratar	: 160.000 m ³ /h
· Concentración de NH ₃	: 80 mg/m ³
· Temperatura aire	: Ambiente
· Líquido de lavado	: H ₂ SO ₄ (pH=2) en la etapa de absorción ácida. H ₂ O en la etapa de acondicionamiento
· Eficacia de absorción	: 99%
· Humedad del aire a la salida del scrubber y biofiltro	: 100 %
· Pérdida de carga en equipos	: 1.300 Pa
· Pérdida de carga en conductos	: 1.000 Pa (supuestos)
· Pérdida de carga total	: 2.300 Pa
· Consumo medio estimado de H ₂ SO ₄ 98%	: 41 Kg/h
· Producción estimada de (NH ₄) ₂ SO ₄ 40%	: 124 Kg/h
· Consumo estimado de H ₂ O	: 1.000 Kg/h (se debe al evaporado+purgado+ caudal medio de riego en biofiltro suponiendo una temperatura media del aire de 20°C y un grado de humedad del 80%)
· Producción estimada de lixiviados en el biofiltro	: 240 Kg/h
· Estimación de concentración de olor tras tratamiento	: 3.500 UO _E /m ³ (suponiendo una entrada de 72.000 UO _E /m ³)



Nota

- ✓ En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.

3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Absorción Química:

- 1 **SCRUBBER TECNIUM** compacto, vertical, modelo **ELFSS – 42** , con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	4.200 m.m
Altura total aproximada	:	7.800 m.m
Espesor de construcción	:	6 m.m
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	14.000 l

Elementos de contacto utilizados

○ Tipo	:	Ordenado
○ Material	:	PVC
○ Superficie específica	:	243 m ² /m ³

Separador de gotas

○ Tipo	:	Láminas activas para flujo vertical
○ Material	:	Polipropileno

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Todo ello con alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BNBKK-125/315**, normalizada s/norma EN 22858, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Semielástico con espaciador
Caudal	:	275 m ³ /h
Altura manométrica total	:	25 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	EPDM

Potencia instalada	:	45 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrífugo, modelo **MMSKI - 18018**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Polipropileno

Acoplamiento al motor	:	Poleas - correas
Caudal	:	160.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	200 kW
Tensión motor	:	380/660V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Preacondicionamiento:

- 1 **TORRE DE PREACONDICIONAMIENTO TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS – 42**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica /fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica /fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	4.200 m.m
Altura total aproximada	:	6.000 m.m
Espesor de construcción	:	6 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	14.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 10.25**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	150 m ³ /h
Altura manométrica total	:	14 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	EPDM

Potencia instalada	:	22 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

3.c) Etapa de Tratamiento Biológico:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 25 x 40**, integrados en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **1.000 m² de superficie** con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

o Largo	:	40 m
o Ancho	:	25 m
o Alto	:	2'5 m

Parrilla soporte de la biomasa (con los puntales correspondientes)

o Material	:	Polipropileno
o Espesor	:	60 mm
o Superficie útil de paso	:	50 %
o Resistencia	:	2.000 Kg/m ²
o Altura de los puntales	:	700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

o Material	:	Polietileno flexible
------------	---	----------------------

Biomasa

o Tipo	:	Biomix
o Cantidad	:	2.000 m ³
o Tiempo de residencia	:	42s
o Composición	:	Brezo 100 %



- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meterológicas y por la propia biodegradación del biomedio)
- Necesidad del riego : 10.000 l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores de la biomasa.

3.d) Etapa de Dosificación de reactivos:

- 1 **DEPÓSITO TECNIUM**, modelo **DPFVS – 40**, para contener H₂SO₄ 98%, con las siguientes características:

Material barrera química	: PVC
Material refuerzo mecánico	: Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Diámetro	: 1.600 m.m
Altura total	: 2.100 m.m
Espesor	: 3 m.m (PVC) + 5 m.m (GRP)
Capacidad	: 4.000 l
Autonomía	: 1 semana

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con un contacto de máxima y mínima.
- Rebosadero, drenaje y aireación.

- 1 **BOMBA DOSIFICADORA DOSAPRO**, modelo **GA - 90** con motor, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	: PVDF
Caudal	: 9 ÷ 90 l/h
Presión	: 2 bar
Potencia instalada	: 0'12 kW
Tensión del motor	: 220/380 V
Protección del motor	: IP-55



- 1 **Medidor de pH**, marca **CRISON** compuesto de electrodo, portaelectrodo y visualizador con 2 puntos de consigna, para controlar la bomba dosificadora. Alimentación 220 VAC.
- **Tuberías, válvulas y accesorios** de alimentación de reactivos hasta el scrubber en PVDF enfundada en tubería de PVC rígido, con juntas de Vitón, dejando las curvas libres para eliminar esfuerzos por cambio brusco de dirección. Se incluye la tornillería en AISI 304.
- **Armario de seguridad** para la bomba dosificadora en polipropileno, con cortina de acceso en PVC transparente, conteniendo las válvulas de seguridad, purga, aspiración e impulsión y bombas dosificadoras, protegiéndose el exterior de posibles fugas o proyecciones de reactivo concentrado, evitándose así peligrosos accidentes sobre el personal de operación. La valvulería y accesorios se encuentra incluida en el apartado de dosificación automática.

3.e) Etapa de Almacenamiento de Efluentes

- 1 **DEPÓSITO TECNIUM**, modelo **DPGSS – 200**, para almacenamiento de los efluentes ácido producidos en la 1^a etapa de absorción $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 40%, con las siguientes características:

Material barrera química	:	Resina estervinilica /fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica /fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	2.500 m.m
Altura total	:	4.500 m.m
Espesor	:	6 m.m
Capacidad	:	20.000 l

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 2 contactos.
- Rebosadero, drenaje y aireación.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, para evacuación del $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ almacenado, modelo **BHCKK-4.12**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	: Polipropileno
Acoplamiento al motor	: Directo
Caudal	: 20 m ³ /h
Altura manométrica total	: 14 m.c.l.
Estanqueidad eje	: Cierre mecánico simple interior Technium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	: CSi
o Estator	: CSi
o Juntas	: EPDM

Potencia instalada	: 5'5 kW
Tensión motor	: 220/380 V
Velocidad angular del motor	: 2.900 r.p.m.
Protección del motor	: IP-55

- 1 **Medidor de conductividad CRISON** para control de la concentración de sales en el scrubber y control de la descarga de efluentes a través de la electroválvula incluida en el suministro. Alimentación 220 VAC.
- **Tuberías, válvulas y accesorios** de unión entre depósito y bomba en PVC, con juntas en Vitón y tornillería en AISI 304.

4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos, en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la interconexión entre scrubber, torre de preacondicionamiento, biofiltro y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido.

5.- OPCIONES

- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.



6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros**, así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de conductos.
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Chimeneas y cubiertas de los biofiltros, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y reboses** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Obra civil.**
- **Transporte.**
- **Montaje.**
- **Puesta en marcha.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Tuberías de carga de reactivos de los depósitos de almacenamiento.**
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



INSTALACIÓN 2



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Fosos y Pretratamiento



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

El tratamiento biológico de gases se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.

Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.

No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

Para un buen funcionamiento del biofiltro se requiere un pretratamiento inicial del gas a tratar, con la finalidad de dejarlo en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica. Dicha instalación se fundamenta en un proceso de tratamiento de los gases en una torre de humidificación vertical *TECNIUM*, en el que se consigue el grado de humedad, temperatura y composición adecuados para proceder al tratamiento biológico posterior.

En esta fase del proceso, la humectación o lavado del gas contaminante se efectúa en contracorriente con el líquido de lavado dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de la misma torre mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas y por tanto la pérdida de agua de humidificación.

El líquido de humidificación, contenido en el fondo de la torre, es recirculado por medio de una bomba centrífuga *TECNIUM*, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido se mantiene constante mediante el control de entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo las características de acidez o basicidad se controlan a través de un medidor de pH.



Un ventilador centrífugo construido en materiales anticorrosivos vehicula el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

El gas una vez preacondicionado se introduce en el biofiltro, en el que se mantienen las condiciones óptimas de humedad mediante un riego superficial programado, atravesando el lecho con un tiempo de residencia estudiado para cada aplicación, saliendo libremente a la atmósfera ya desprovisto de contaminantes.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

. Caudal de aire a tratar	:	50.000 m ³ /h
. Composición	:	Aire + H ₂ S + NH ₃ + COV
. Concentración contaminantes	:	H ₂ S: < 10 mg/m ³ NH ₃ : < 15 mg/m ³
. Temperatura	:	Ambiente
. Líquido de humectación	:	H ₂ O
. Eficacia de depuración	:	99%
. Humedad del aire a la salida del biofiltro	:	100 %
. Pérdida de carga equipos	:	1.300 Pa
. Pérdida de carga conductos	:	1.000 Pa
. Pérdida de carga total	:	2.300 Pa

Tanto para el humidificador o preacondicionador, como para el biofiltro se requiere agua exenta de halógenos y sólidos.

Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.



3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Humidificación:

- 1 **TORRE DE HUMIDIFICACIÓN TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS- 30**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	3.000 m.m
Altura total aproximada	:	4.500 m.m
Espesor de construcción	:	5 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	7.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 5.12**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	50 m ³ /h
Altura manométrica total	:	18 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	NBR
Potencia instalada	:	7'5 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrifugo, modelo **MMSSI – 8010R**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Resina estervinilica/ fibra de vidrio
Acoplamiento al motor	:	Poleas / correas
Caudal	:	50.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	90 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Tratamiento Biológico:

En el sistema abierto ofrecido se trata de hacer circular el gas a tratar, uniformemente distribuido, y a la velocidad adecuada, a través del lecho filtrante, para obtener el tiempo de contacto óptimo.

Este debe tener la esponjosidad suficiente para permitir la circulación del gas sin presentar una pérdida de carga excesiva, así como la suficiente consistencia para mantener esta estructura durante su vida útil.

Se puede deducir, por tanto, que la elección del material que forma el lecho filtrante es fundamental, dado que éste debe tener unas propiedades físicas que le impidan apelmazarse con el tiempo, y a la vez determinada naturaleza biológica que contenga y sea capaz de activar los microorganismos y servirles de sustento.

La selección del biomedio se hace en función de los nutrientes a aportar y con la idea de alargar al máximo la vida útil del lecho filtrante. Éste se agota cuando se dan algunas de las circunstancias que le hacen perder sus propiedades fundamentales, (falta de nutrientes aportados por el gas, exceso de materia inorgánica depositada, apelmazamiento, etc.)

El biomedio se coloca dentro de contenedores prefabricados o en obra civil abiertos a la atmósfera. Los elementos para protección interior de paredes, ofertados opcionalmente, y suelo así como el soporte del lecho filtrante se fabrican en material sintético reciclado, contribuyendo también de este modo a la preservación del medio ambiente.

En ciertos casos de condiciones ambientales rigurosas, existe la posibilidad de sembrar una capa de hierba especial en la parte superior del lecho filtrante o de colocar una capa de corteza de pino, con la finalidad de preservar la humedad del mismo y también evitar la formación de malas hierbas que, con sus raíces, podrían alterar la homogeneidad y composición del lecho filtrante, y a su vez agotar prematuramente algún nutriente imprescindible. Al mismo tiempo sirven para mejorar el aspecto general del filtro.



El conjunto del tratamiento biológico responde a la siguiente especificación:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 15 x 22**, integrado en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **330 m² de superficie**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

- Largo : 22 m
- Ancho : 15 m
- Alto : 2'5 m

Parrilla soporte del biomedio (con los puntales correspondientes)

- Material : Polipropileno
- Espesor : 60 mm
- Superficie útil de paso : 50 %
- Resistencia : 2.000 Kg/m²
- Altura de los puntales : 700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

- Material : Polietileno flexible

Biomedio

- Tipo : Orgánica
- Cantidad : 495 m³
- Composición : Brezo 100 %
- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meteorológicas y la propia biodegradación del medio)
- Necesidad del riego : 3300l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores del biomedio.



4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos , en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la unión entre humidificador, ventilador y biofiltro, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido. Se incluye asimismo una chimenea de poliéster de DN 2000 y 33 m de altura.

5.- OPCIONES

- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.

6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros.** así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de los conductos
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Escalera plataforma** de acceso a la chimenea.
- **Montaje.**
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y reboses** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Transporte.**
- **Obra civil.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Puesta en marcha.**
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Nave Deshidratación y Acopio



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

El tratamiento biológico de gases se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.

Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.

No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

Para un buen funcionamiento del biofiltro se requiere un pretratamiento inicial del gas a tratar, con la finalidad de dejarlo en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica. Dicha instalación se fundamenta en un proceso de tratamiento de los gases en una torre de humidificación vertical *TECNIUM*, en el que se consigue el grado de humedad, temperatura y composición adecuados para proceder al tratamiento biológico posterior.

En esta fase del proceso, la humectación o lavado del gas contaminante se efectúa en contracorriente con el líquido de lavado dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de la misma torre mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas y por tanto la pérdida de agua de humidificación.

El líquido de humidificación, contenido en el fondo de la torre, es recirculado por medio de una bomba centrífuga *TECNIUM*, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido se mantiene constante mediante el control de entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo las características de acidez o basicidad se controlan a través de un medidor de pH.



Un ventilador centrífugo construido en materiales anticorrosivos vehicula el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

El gas una vez preacondicionado se introduce en el biofiltro, en el que se mantienen las condiciones optimas de humedad mediante un riego superficial programado, atravesando el lecho con un tiempo de residencia estudiado para cada aplicación, saliendo libremente a la atmósfera ya desprovisto de contaminantes.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

. Caudal de aire a tratar	:	57.000 m ³ /h
. Composición	:	Aire + H ₂ S + NH ₃ + COV
. Concentración contaminantes	:	H ₂ S: < 10 mg/m ³ NH ₃ : < 15 mg/m ³
. Temperatura	:	Ambiente
. Líquido de humectación	:	H ₂ O
. Eficacia de depuración	:	99%
. Humedad del aire a la salida del biofiltro	:	100 %
. Pérdida de carga equipos	:	1.300 Pa
. Pérdida de carga conductos	:	1.000 Pa
. Pérdida de carga total	:	2.300 Pa

Tanto para el humidificador o preacondicionador, como para el biofiltro se requiere agua exenta de halógenos y sólidos.

Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.



3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Humidificación:

- 1 **TORRE DE HUMIDIFICACIÓN TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS- 30**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	3.000 m.m
Altura total aproximada	:	4.500 m.m
Espesor de construcción	:	5 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	7.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 5.12**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	60 m ³ /h
Altura manométrica total	:	18 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	NBR
Potencia instalada	:	7'5 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrifugo, modelo **MMSKI – 10010**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Poleas / correas
Caudal	:	57.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	75 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Tratamiento Biológico:

En el sistema abierto ofrecido se trata de hacer circular el gas a tratar, uniformemente distribuido, y a la velocidad adecuada, a través del lecho filtrante, para obtener el tiempo de contacto óptimo.

Este debe tener la esponjosidad suficiente para permitir la circulación del gas sin presentar una pérdida de carga excesiva, así como la suficiente consistencia para mantener esta estructura durante su vida útil.

Se puede deducir, por tanto, que la elección del material que forma el lecho filtrante es fundamental, dado que éste debe tener unas propiedades físicas que le impidan apelmazarse con el tiempo, y a la vez determinada naturaleza biológica que contenga y sea capaz de activar los microorganismos y servirles de sustento.

La selección del biomedio se hace en función de los nutrientes a aportar y con la idea de alargar al máximo la vida útil del lecho filtrante. Éste se agota cuando se dan algunas de las circunstancias que le hacen perder sus propiedades fundamentales, (falta de nutrientes aportados por el gas, exceso de materia inorgánica depositada, apelmazamiento, etc..)

El biomedio se coloca dentro de contenedores prefabricados o en obra civil abiertos a la atmósfera. Los elementos para protección interior de paredes, ofertados opcionalmente, y suelo así como el soporte del lecho filtrante se fabrican en material sintético reciclado, contribuyendo también de este modo a la preservación del medio ambiente.

En ciertos casos de condiciones ambientales rigurosas, existe la posibilidad de sembrar una capa de hierba especial en la parte superior del lecho filtrante o de colocar una capa de corteza de pino, con la finalidad de preservar la humedad del mismo y también evitar la formación de malas hierbas que, con sus raíces, podrían alterar la homogeneidad y composición del lecho filtrante, y a su vez agotar prematuramente algún nutriente imprescindible. Al mismo tiempo sirven para mejorar el aspecto general del filtro.



El conjunto del tratamiento biológico responde a la siguiente especificación:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 20 x 20**, integrado en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **400 m² de superficie**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

- Largo : 20 m
- Ancho : 20 m
- Alto : 2'5 m

Parrilla soporte del biomedio (con los puntales correspondientes)

- Material : Polipropileno
- Espesor : 60 mm
- Superficie útil de paso : 50 %
- Resistencia : 2.000 Kg/m²
- Altura de los puntales : 700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

- Material : Polietileno flexible

Biomedio

- Tipo : Orgánica
- Cantidad : 600 m³
- Composición : Brezo 100 %
- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meteorológicas y la propia biodegradación del medio)
- Necesidad del riego : 4.000l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores del biomedio.



4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos , en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la unión entre humidificador, ventilador y biofiltro, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido.

5.- OPCIONES

- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.

6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros.** así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de los conductos
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Chimenea, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Montaje.**
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y rebores** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Transporte.**
- **Obra civil.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Puesta en marcha.**
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



INSTALACIÓN 3



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Fosos Recepción



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

El tratamiento biológico de gases se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.

Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.

No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

Para un buen funcionamiento del biofiltro se requiere un pretratamiento inicial del gas a tratar, con la finalidad de dejarlo en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica. Dicha instalación se fundamenta en un proceso de tratamiento de los gases en una torre de humidificación vertical **TECNIUM**, en el que se consigue el grado de humedad, temperatura y composición adecuados para proceder al tratamiento biológico posterior.

En esta fase del proceso, la humectación o lavado del gas contaminante se efectúa en contracorriente con el líquido de lavado dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de la misma torre mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas y por tanto la pérdida de agua de humidificación.

El líquido de humidificación, contenido en el fondo de la torre, es recirculado por medio de una bomba centrífuga **TECNIUM**, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido se mantiene constante mediante el control de entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo las características de acidez o basicidad se controlan a través de un medidor de pH.



Un ventilador centrífugo construido en materiales anticorrosivos vehicula el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

El gas una vez preacondicionado se introduce en el biofiltro, en el que se mantienen las condiciones optimas de humedad mediante un riego superficial programado, atravesando el lecho con un tiempo de residencia estudiado para cada aplicación, saliendo libremente a la atmósfera ya desprovisto de contaminantes.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

. Caudal de aire a tratar	:	120.000 m ³ /h
. Composición	:	Aire + H ₂ S + NH ₃ + COV
. Concentración contaminantes	:	H ₂ S: < 10 mg/m ³ NH ₃ : < 15 mg/m ³
. Temperatura	:	Ambiente
. Líquido de humectación	:	H ₂ O
. Eficacia de depuración	:	99%
. Humedad del aire a la salida del biofiltro	:	100 %
. Pérdida de carga equipos	:	1.300 Pa
. Pérdida de carga conductos	:	1.000 Pa
. Pérdida de carga total	:	2.300 Pa

Tanto para el humidificador o preacondicionador, como para el biofiltro se requiere agua exenta de halógenos y sólidos.

Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.



3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Humidificación:

- 1 **TORRE DE HUMIDIFICACIÓN TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS- 40**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	4.000 m.m
Altura total aproximada	:	4.500 m.m
Espesor de construcción	:	5 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	13.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 6.16**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	100 m ³ /h
Altura manométrica total	:	18 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	NBR
Potencia instalada	:	15 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrífugo, modelo **MMSKI – 14014**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Poleas / correas
Caudal	:	120.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	132kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Tratamiento Biológico:

En el sistema abierto ofrecido se trata de hacer circular el gas a tratar, uniformemente distribuido, y a la velocidad adecuada, a través del lecho filtrante, para obtener el tiempo de contacto óptimo.

Este debe tener la esponjosidad suficiente para permitir la circulación del gas sin presentar una pérdida de carga excesiva, así como la suficiente consistencia para mantener esta estructura durante su vida útil.

Se puede deducir, por tanto, que la elección del material que forma el lecho filtrante es fundamental, dado que éste debe tener unas propiedades físicas que le impidan apelmazarse con el tiempo, y a la vez determinada naturaleza biológica que contenga y sea capaz de activar los microorganismos y servirles de sustento.

La selección del biomedio se hace en función de los nutrientes a aportar y con la idea de alargar al máximo la vida útil del lecho filtrante. Éste se agota cuando se dan algunas de las circunstancias que le hacen perder sus propiedades fundamentales, (falta de nutrientes aportados por el gas, exceso de materia inorgánica depositada, apelmazamiento, etc..)

El biomedio se coloca dentro de contenedores prefabricados o en obra civil abiertos a la atmósfera. Los elementos para protección interior de paredes, ofertados opcionalmente, y suelo así como el soporte del lecho filtrante se fabrican en material sintético reciclado, contribuyendo también de este modo a la preservación del medio ambiente.

En ciertos casos de condiciones ambientales rigurosas, existe la posibilidad de sembrar una capa de hierba especial en la parte superior del lecho filtrante o de colocar una capa de corteza de pino, con la finalidad de preservar la humedad del mismo y también evitar la formación de malas hierbas que, con sus raíces, podrían alterar la homogeneidad y composición del lecho filtrante, y a su vez agotar prematuramente algún nutriente imprescindible. Al mismo tiempo sirven para mejorar el aspecto general del filtro.



El conjunto del tratamiento biológico responde a la siguiente especificación:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 22 x 36**, integrado en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **792 m² de superficie**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

- Largo : 36 m
- Ancho : 22 m
- Alto : 2'5 m

Parrilla soporte del biomedio (con los puntales correspondientes)

- Material : Polipropileno
- Espesor : 60 mm
- Superficie útil de paso : 50 %
- Resistencia : 2.000 Kg/m²
- Altura de los puntales : 700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

- Material : Polietileno flexible

Biomedio

- Tipo : Orgánica
- Cantidad : 1.190 m³
- Composición : Brezo 100 %
- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meteorológicas y la propia biodegradación del medio)
- Necesidad del riego : 8.000 l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores del biomedio.



4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos, en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la unión entre humidificador, ventilador y biofiltro, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido.

5.- OPCIONES

- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.

6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros**, así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de los conductos.
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Chimenea, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Montaje.**
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y reboses** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Transporte.**
- **Obra civil.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta
- **Puesta en marcha.**
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Nave Afino



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

El tratamiento biológico de gases se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratar, básicamente en CO₂, H₂O y diversas sales. Y se basa también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno.

Por lo tanto, seleccionando el soporte adecuado y manteniendo las condiciones ambientales correctas, la colonia de microorganismos se activa y se mantiene en función del gas.

No se trata, a diferencia de otras tecnologías, de introducir en el medio los microorganismos, sino que ya están presentes en el lecho filtrante; tan sólo debemos crear las condiciones para su desarrollo. Ello supone importantes ventajas:

- nulo coste de reposición de la colonia en el caso de que, por algún incidente o por ausencia prolongada de gas, se produzca la desaparición de los microorganismos.
- adaptación automática del sistema a cambios de composición del gas a tratar: en estos casos, los microorganismos precisos para tratar el nuevo gas se activan espontáneamente, los que ya no son necesarios por algún componente que ha dejado de estar presente, desaparecen progresivamente.

Para un buen funcionamiento del biofiltro se requiere un pretratamiento inicial del gas a tratar, con la finalidad de dejarlo en condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH, sin partículas de polvo y sin algunos componentes tóxicos que podrían destruir la población de microorganismos, o inhibir su actividad biológica. Dicha instalación se fundamenta en un proceso de tratamiento de los gases en una torre de humidificación vertical *TECNIUM*, en el que se consigue el grado de humedad, temperatura y composición adecuados para proceder al tratamiento biológico posterior.

En esta fase del proceso, la humectación o lavado del gas contaminante se efectúa en contracorriente con el líquido de lavado dispersado y uniformemente repartido por medio de distribuidores o pulverizadores de cono lleno, de gran paso, fácilmente desmontables para su revisión o cambio.

La retención de gotas, originadas por el propio sistema de distribución de líquido, es efectuada dentro de la misma torre mediante un desvesiculador de flujo vertical de láminas, de alta eficiencia y baja pérdida de carga, que evita el arrastre y emisión de gotas y por tanto la pérdida de agua de humidificación.

El líquido de humidificación, contenido en el fondo de la torre, es recirculado por medio de una bomba centrífuga *TECNIUM*, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

El nivel de líquido se mantiene constante mediante el control de entrada de agua a través de una electroválvula controlada por un indicador de nivel con 3 contactos. Asimismo las características de acidez o basicidad se controlan a través de un medidor de pH.



Un ventilador centrífugo construido en materiales anticorrosivos vehicula el aire a tratar, venciendo las pérdidas de carga del circuito de aspiración y de los equipos de desodorización instalados.

El gas una vez preacondicionado se introduce en el biofiltro, en el que se mantienen las condiciones óptimas de humedad mediante un riego superficial programado, atravesando el lecho con un tiempo de residencia estudiado para cada aplicación, saliendo libremente a la atmósfera ya desprovisto de contaminantes.

2.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

. Caudal de aire a tratar	:	78.000 m ³ /h
. Composición	:	Aire + H ₂ S + NH ₃ + COV
. Concentración contaminantes	:	H ₂ S: < 10 mg/m ³ NH ₃ : < 15 mg/m ³
. Temperatura	:	Ambiente
. Líquido de humectación	:	H ₂ O
. Eficacia de depuración	:	99%
. Humedad del aire a la salida del biofiltro	:	100 %
. Pérdida de carga equipos	:	1.300 Pa
. Pérdida de carga conductos	:	1.000 Pa
. Pérdida de carga total	:	2.300 Pa

Tanto para el humidificador o preacondicionador, como para el biofiltro se requiere agua exenta de halógenos y sólidos.

Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.



3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

3.a) Etapa de Humidificación:

- 1 **TORRE DE HUMIDIFICACIÓN TECNIUM** compacta, vertical, modelo **HLFSS- 35**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química	:	Resina estervinilica / fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico	:	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado	:	Blanco RAL 9010
Diámetro	:	3.500 m.m
Altura total aproximada	:	4.500 m.m
Espesor de construcción	:	5 m.m
Nº de rampas de pulverización	:	1
Capacidad de líquido contenido en el fondo	:	10.000 l

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical
- Material : PVC

Accesorios incluidos

- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.
- 1 medidor de pH compuesto de electrodo, porta sondas y visualizador con 2 puntos de consigna para control de la acidez o basicidad del agua de humidificación y electroválvula para la correspondiente purga. Alimentación 220 VAC.
- Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.



- 1 **BOMBA** centrífuga **TECNIUM** horizontal, modelo **BHCKK – 6.16**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	80 m ³ /h
Altura manométrica total	:	18 m.c.l.
Estanqueidad eje	:	Cierre mecánico simple interior Tecnium IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor	:	CSi
o Estator	:	CSi
o Juntas	:	NBR
Potencia instalada	:	11 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

- 1 **VENTILADOR** **TECNIUM** centrífugo, modelo **MMSKI – 12512**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido

o Turbina	:	AISI 316
o Difusor	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Poleas / correas
Caudal	:	78.000 m ³ /h
Presión estática	:	2.500 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	90 kW
Tensión motor	:	380/660 V
Velocidad angular del motor	:	1.450 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55



3.b) Etapa de Tratamiento Biológico:

En el sistema abierto ofrecido se trata de hacer circular el gas a tratar, uniformemente distribuido, y a la velocidad adecuada, a través del lecho filtrante, para obtener el tiempo de contacto óptimo.

Este debe tener la esponjosidad suficiente para permitir la circulación del gas sin presentar una pérdida de carga excesiva, así como la suficiente consistencia para mantener esta estructura durante su vida útil.

Se puede deducir, por tanto, que la elección del material que forma el lecho filtrante es fundamental, dado que éste debe tener unas propiedades físicas que le impidan apelmazarse con el tiempo, y a la vez determinada naturaleza biológica que contenga y sea capaz de activar los microorganismos y servirles de sustento.

La selección del biomedio se hace en función de los nutrientes a aportar y con la idea de alargar al máximo la vida útil del lecho filtrante. Éste se agota cuando se dan algunas de las circunstancias que le hacen perder sus propiedades fundamentales, (falta de nutrientes aportados por el gas, exceso de materia inorgánica depositada, apelmazamiento, etc...)

El biomedio se coloca dentro de contenedores prefabricados o en obra civil abiertos a la atmósfera. Los elementos para protección interior de paredes, ofertados opcionalmente, y suelo así como el soporte del lecho filtrante se fabrican en material sintético reciclado, contribuyendo también de este modo a la preservación del medio ambiente.

En ciertos casos de condiciones ambientales rigurosas, existe la posibilidad de sembrar una capa de hierba especial en la parte superior del lecho filtrante o de colocar una capa de corteza de pino, con la finalidad de preservar la humedad del mismo y también evitar la formación de malas hierbas que, con sus raíces, podrían alterar la homogeneidad y composición del lecho filtrante, y a su vez agotar prematuramente algún nutriente imprescindible. Al mismo tiempo sirven para mejorar el aspecto general del filtro.



El conjunto del tratamiento biológico responde a la siguiente especificación:

- 1 **BIOFILTRO TECNIUM**, modelo **BIF – 20 x 27**, integrado en la balsa de **obra civil (excluida de nuestro suministro)** de **540 m² de superficie**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Dimensiones interiores de la balsa

- Largo : 27 m
- Ancho : 20 m
- Alto : 2'5 m

Parrilla soporte del biomedio (con los puntales correspondientes)

- Material : Polipropileno
- Espesor : 60 mm
- Superficie útil de paso : 50 %
- Resistencia : 2.000 Kg/m²
- Altura de los puntales : 700 mm

Banda periférica de estanqueización entre parrilla y muro interior

- Material : Polietileno flexible

Biomedio

- Tipo : Orgánica
- Cantidad : 810 m³
- Composición : Brezo 100 %
- Densidad aproximada
 - . Materia seca : 350 Kg/m³
 - . Materia húmeda : 550 Kg/m³
- Altura inicial del lecho previsto : 1'5 m (con el paso del tiempo la altura se verá reducida por las acciones meteorológicas y la propia biodegradación del medio)
- Necesidad del riego : 5.400 l/día a repartir en 2 ciclos (en función del grado de sequedad ambiental, dicha cantidad deberá ser aumentada o disminuida)

Elementos incluidos

- **Sistema de riego superficial** para mantener la humidificación de las capas superiores del biomedio.



4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** entre equipos , en PE para la recirculación de líquidos, y en PP para la unión entre humidificador, ventilador y biofiltro, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido.

5.- OPCIONES

- **Recubrimiento de la base de obra civil** con geotextil de 5 mm de espesor y de las paredes interiores de la balsa con polietileno flexible de 1'5 mm de espesor, como protección contra la corrosión.
- **Capa de fibra de coco** superficial para preservar la humedad del biofiltro y conseguir un acabado superficial uniforme.

6.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Pasamuros.** así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de los conductos
- **Puertas de acceso al interior del biofiltro.**
- **Chimenea, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Montaje.**
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de lavado.
- **Conducción de drenajes y reboses** hasta arquetas de recogida en caso de situarse a más de 2 m. del punto de ubicación.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Transporte.**
- **Obra civil.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Tuberías para vehiculación de H₂O** hasta la unidad de lavado.
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Puesta en marcha.**
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



INSTALACIÓN 4



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Tratamiento Biogás



Desodorización

1.- MEMORIA DEL PROCESO PROPUESTO

En este proceso es fundamental seleccionar el carbón adecuado en función de la naturaleza de los contaminantes presentes en el gas a tratar.

Son muy diferentes los carbones utilizados en la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de diversos procesos industriales, que en la eliminación de gases (H_2S , NH_3 , R-SH) producidos en una estación depuradora de aguas residuales.

Esta diferencia estriba en su naturaleza, porosidad, densidad y sistema de regeneración.

Son muy utilizados los carbones impregnados en $NaOH$ u otros reactivos alcalinos, de manera que permiten su regeneración mediante lavado con una solución alcalina de igual naturaleza. Esta regeneración se puede repetir varias veces hasta el agotamiento del carbón.

Otros carbones de naturaleza bituminosa, oxidan el H_2S convirtiéndolo en sulfato soluble en agua, lo que permite que su regeneración, se haga también con agua.

Por otra parte, los carbones utilizados para la eliminación de compuestos orgánicos tales como alcoholes, hidrocarburos clorados, ésteres, acetonas, etc., requieren en muchas ocasiones regeneraciones térmicas para poder volver a ser utilizados.

Asimismo el dimensionamiento del filtro es fundamental para una buena instalación. Nuestras torres de contacto construidas en los materiales anteriormente citados, incorporan conceptos particulares en velocidad de gas, reparto de flujo, soporte de carbón y pérdida de carga, que permiten un diseño optimizado en dimensiones, materiales y rendimiento energético del ventilador.

2.- CONDICIONES DE OPERACION

- . Caudal de aire a tratar : $2 \times 350 \text{ m}^3/\text{h}$
- . Composición : Aire + H_2S + CH_3SH + $(CH_3)_2S$ + $(CH_3)_2S_2$
- . Concentración contaminantes : 10 mg/Nm^3
- . Temperatura : Ambiente
- . Eficacia inicial de adsorción : 99%
- . Pérdida de carga equipos : 800 Pa
- . Pérdida de carga conductos : 300 Pa
- . Pérdida de carga total : 1.100 Pa

Nota

- ✓ **En el diseño no se ha previsto ningún sobredimensionamiento por sismo, viento o cargas externas**, por lo que en caso de ser aplicable, deberán indicarnos los parámetros de base a tener en cuenta y se procedería al rediseño correspondiente de los equipos afectados.



3.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS BASE

- **2 TORRES DE CONTACTO TECNIUM** compactas, verticales, modelo **ECVKK - 8**, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material	:	Polipropileno
Color de acabado	:	Gris RAL 7032
Diámetro	:	800 m.m
Altura total aproximada	:	2.000 m.m
Espesor de construcción	:	6 m.m

Carbón activo utilizado

○ Tipo	:	Base de cáscara de coco con impregnación alcalina
○ Cantidad	:	100 Kg por instalación (200 Kg /total)
○ Densidad aparente	:	500 Kg/m ³
○ Índice de saturación sobre H ₂ S	:	22% w/w
○ Tamaño medio del gránulo	:	4 m.m
○ Contenido de humedad	:	15 %
○ Nº de lechos	:	1
○ Autonomía	:	4.320 h

Accesorios incluidos

- Medidor de presión diferencial.

- **2 VENTILADORES TECNIUM** centrífugos, modelo **HSSKK – 1230**, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido	:	Polipropileno
Acoplamiento al motor	:	Directo
Caudal	:	350 m ³ /h
Presión estática	:	1.100 Pa
Estanqueidad eje	:	Deflector limitador de fugas
Potencia instalada	:	0'37 kW
Tensión motor	:	220/380 V
Velocidad angular del motor	:	2.900 r.p.m.
Protección del motor	:	IP-55

4.- COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire:

- **Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión** en PP para la unión entre torre y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304. Se incluye conducto de salida de gases de 1'5m de altura y DN 150 con toma de muestras roscada de DN 100.



5.- EXCLUSIONES

Inicialmente, y salvo acuerdo posterior con Vdes, se excluye de nuestra oferta:

- **Chimenea, tomamuestras y escalera con plataforma** de acceso a la misma.
- **Pasamuros**, así como elementos de impermeabilización y estanqueización de los orificios practicados en la obra civil para el paso de conductos
- **Montaje.**
- **Medios de elevación** necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.
- **Conductos de captación de aire** hasta el equipo de desodorización.
- **Cuadro eléctrico.**
- **Prueba hidráulica** de los recipientes en nuestra fábrica.
- **Transporte.**
- **Obra civil.**
- **Instalación eléctrica y acometida eléctrica** a cuadro.
- **Instrumentación** no incluida en nuestra oferta.
- **Puesta en marcha.**
- **Todo lo que no se encuentra expresamente incluido** en nuestra oferta.



TECNIUM®
Casals Cardona Ind. S.A.



Comunes para todas las instalaciones



1.- PRECIOS (IVA EXCLUIDO)

INSTALACIÓN 1

Nave Triaje

Cubierta

EUR

- 1 Cubierta de cinta transportadora..... 46.000 €

Ventilador + Chimenea

EUR

- 1 Ventilador MPSSS -4055 con motor de 7,5 kW y Chimenea DN 400 con 40 m de altura..... 7.225 €

Nave Compostaje

Cubierta

- 1 Cubierta de cinta transportadora..... 46.000 €

Desodorización

EUR

• EQUIPOS BASE

- Etapa de Absorción Química : 113.780 €
- Etapa de Preacondicionamiento : 36.925 €
- Etapa de Tratamiento Biológico : 146.100 €
- Etapa de Dosificación de Reactivos : 10.890 €
- Etapa de Almacenamiento de Efluentes : 11.945 €

• COMPLEMENTOS

- Conductos de aire y tuberías de líquidos
 - . Tuberías de interconexión : 70.895 €

TOTAL : 390.535 €

• OPCIONES

- Recubrimiento obra civil : 65 €/m²
- Colocación capa de fibra de coco : 8 €/m²



Zona Acopio Compost

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	
○ Etapa de Absorción Química	: 131.320 €
○ Etapa de Preacondicionamiento	: 37.085 €
○ Etapa de Tratamiento Biológico	: 186.900 €
○ Etapa de Dosificación de Reactivos	: 10.890 €
○ Etapa de Almacenamiento de Efluentes	: 14.625 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire y tuberías de líquidos	
. Tuberías de interconexión	: 80.085 €
	TOTAL : 460.905 €
• OPCIONES	
○ Recubrimiento obra civil	: 65 €/m ²
○ Colocación capa de fibra de coco	: 8 €/m ²

INSTALACIÓN 2

Focos y Pretratamiento

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	
○ Etapa de humidificación	: 31.565 €
○ Etapa de tratamiento biológico (*)	: 94.290 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire y tuberías de líquidos	
. Tuberías de interconexión	: 50.165 €
	TOTAL : 176.020 €
• OPCIONES	
○ Recubrimiento obra civil	: 65 €/ m ²
○ Colocación capa de fibra de coco	: 8 €/m ²



Nave Deshidratación y Acopio

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	
○ Etapa de humidificación	: 39.820 €
○ Etapa de tratamiento biológico (*)	: 113.510 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire y tuberías de líquidos	
. Tuberías de interconexión	: 10.565 €
TOTAL	: 163.895 €
• OPCIONES	
○ Recubrimiento obra civil	: 65 €/ m ²
○ Colocación capa de fibra de coco	: 8 €/m ²

INSTALACIÓN 3

Fosos Recepción

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	
○ Etapa de humidificación	: 68.780 €
○ Etapa de tratamiento biológico (*)	: 220.350 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire y tuberías de líquidos	
. Tuberías de interconexión	: 21.865 €
TOTAL	: 310.995 €
• OPCIONES	
○ Recubrimiento obra civil	: 65 €/ m ²
○ Colocación capa de fibra de coco	: 8 €/m ²



Nave Afino

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	
○ Etapa de humidificación	: 53.195 €
○ Etapa de tratamiento biológico (*)	: 152.925 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire y tuberías de líquidos	
. Tuberías de interconexión	: 16.470 €
TOTAL	: 222.590 €
• OPCIONES	
○ Recubrimiento obra civil	: 65 €/ m ²
○ Colocación capa de fibra de coco	: 8 €/m ²

INSTALACIÓN 4

Tratamiento Biogás

Desodorización

	EUR
• EQUIPOS BASE	: 3.410 €
• COMPLEMENTOS	
○ Conductos de aire	
. Tuberías de interconexión	: 580 €
TOTAL	: 3.990 €/instalación
TOTAL 2 instalaciones	: 7.980 €



2.- CONDICIONES DE SUMINISTRO

Validez de la oferta : 60 días

Plazo de entrega

- **Planos** : 3/4 semanas laborables desde la confirmación de pedido.
- **Materiales** : 10/12 semanas laborables desde la aprobación de planos.

Condiciones de pago

- 30% al pedido mediante transferencia bancaria.
- 70% a la puesta a disposición de los equipos, mediante pagaré a 60 d.f.fra.

3.- GARANTIAS

MECÁNICAS y QUÍMICAS:

Nuestras construcciones están amparadas por una garantía de UN año a partir del suministro, contra todo defecto de resistencia mecánica o química, siempre que las condiciones de utilización respondan a las previstas en nuestras condiciones de operación.

FUNCIONALES:

Se garantizan las eficacias indicadas en el apartado "Condiciones de operación".

El presente proyecto está calculado según los datos y características especificadas. Cualquier modificación de datos que nos fuera comunicado posteriormente, sería susceptible de alterar las referidas eficacias. En cuyo caso sería oportuno establecer un nuevo proyecto.

Saludos,

C.ORTEGA
Director Técnico

Responsable comercial de su zona:
Sr. David Tintoré