

CONAMA 2026

LIFE ABATE

Innovación tecnológica en el tratamiento de COV y olores en plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos municipales

Edita: Fundación Conama

Año: 2026



Este documento está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Personas autoras de la presente comunicación técnica

Autor Principal de la comunicación: Julia Hereza Atienza. Técnico del Servicio de logística e innovación. Área Metropolitana de Barcelona.

Otros Autores: Glòria Sánchez. Jefe de Sección Calidad y Procesos. Área Metropolitana de Barcelona.

Dr. Joan Carles Fernández. Jefe de Servicio Logística e Innovación. Área Metropolitana de Barcelona.

Joel Martín. Predoctorando. Universidad de Valladolid.

Dra. Raquel Lebrero. Profesora e Investigadora. Universidad de Valladolid.

Dr. Raúl Muñoz. Profesor e Investigador. Universidad de Valladolid.

Dra. Raquel Montes. Investigadora. Aeris Tecnologías Ambientales SL.

Dr. Óscar Prado. Director. Aeris Tecnologías Ambientales SL.

Miguel Gil. Director Técnico y de Innovación. Kalfrisa, SAU.

Guillermo Ortega. Responsable de proyecto i+D. Kalfrisa, SAU.

M. Teresa Simorte. Gestora de proyectos I+D+i. FCC Medio Ambiente.

Marina Navarro. Técnico i+D. FCC Medio Ambiente.

Laia Pinto. Doctoranda. Universitat Politècnica de Catalunya.

Dr. Marcel Macarulla. Profesor. Universitat Politècnica de Catalunya.

Índice

1. Resumen	1
2. Contexto y problemática	1
3. El proyecto LIFE ABATE.....	2
3.1. Solución innovadora.....	3
4. Resultados	4
4.1. Caracterización del aire a tratar	4
4.2. Determinación de la matriz adsorbente	6
4.2.1. Selección de zeolitas	6
4.2.2. Pruebas con zeolitas	7
4.3. Demostración a escala piloto	8
4.3.1. Solución técnica 1: rotoconcentrador + RTO	9
4.3.2. Solución técnica 2: rotoconcentrador + 2P-BTF	11
4.3.3. Aprovechamiento del CO ₂ en agricultura	12
5. Conclusión.....	14
6. Bibliografía.....	14

1. Resumen

El rápido crecimiento de la población mundial, la mejora del nivel de vida y los avances tecnológicos provocan un constante aumento de la generación de residuos municipales (RM). Actualmente, se generan alrededor de 2.000 millones de toneladas anuales de RM, y se estima que esta cifra llegará a los 3.400 millones en 2050. En consecuencia, en 2025 se emitieron a la atmósfera aproximadamente 2.000 toneladas de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) procedentes del sector de la gestión de residuos, concretamente de plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB) en la UE (EPEM, s.f) (Desotec, s.f).

Las tecnologías más utilizadas actualmente para tratar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) de estas instalaciones son los procesos biológicos, como los biofiltros (BF), y procesos térmicos, como la oxidación térmica regenerativa (RTO), y, que pueden combinarse con lavado químico, condensación criogénica, adsorción u oxidación catalítica. Aunque son tecnologías eficaces, el elevado caudal de aire que deben tratar hace que estos sistemas estén asociados a costes de operación elevados, un consumo energético considerable y una importante huella de carbono.

Con el fin de abordar estas limitaciones, surge el proyecto LIFE ABATE (LIFE22-ENV-ES-LIFEABATE/101113838), que pretende demostrar una solución innovadora y energéticamente sostenible para tratar los aires de las plantas TMB de residuos municipales con baja carga de COV. El proceso combina una etapa de concentración, mediante un rotoconcentrador relleno de zeolitas seleccionadas específicas, y un posterior tratamiento biológico de la corriente concentrada de COV en un novedoso filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF).

Actualmente, la solución LIFE ABATE se está demostrando a escala piloto industrial, tratando 20.000 Nm³/h del aire de la nave de pretratamiento de la planta TMB Ecoparc 3 (Barcelona, España), y está previsto que el piloto demostrativo se traslade a Las Dehesas (Madrid, España) durante el primer trimestre de 2027. LIFE ABATE persigue una reducción significativa de las emisiones de COV y olores, así como una reducción de los requisitos energéticos (gas natural y electricidad) y los costes operativos en las plantas de TMB. Los resultados obtenidos hasta la fecha muestran reducciones entre 60% - 90% en la carga odorífera y de más del 70% en COV en el pretratamiento de concentración.

2. Contexto y problemática

Las plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB) permiten recuperar y tratar materiales que no han sido separados en origen, antes de su valorización o eliminación. Durante las diferentes operaciones que tienen lugar en estas instalaciones, especialmente en las etapas de pretratamiento, se generan corrientes de aire que contienen una mezcla compleja de compuestos químicos.

Entre estos compuestos se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (COV), cuya presencia está relacionada, entre otros factores, con la degradación de la materia orgánica durante el

tratamiento de los residuos. Estas corrientes pueden contener también otros compuestos, como amoníaco o sulfuro de hidrógeno, y presentan una composición y concentración variable en función de las características del residuo y de las condiciones de funcionamiento de la instalación.

La complejidad de estas emisiones no depende únicamente de la concentración total de COV. En una misma corriente de aire pueden coexistir numerosos compuestos potencialmente generadores de olores y, además, con umbrales de olor muy diferentes. Esto hace que determinados compuestos presentes en concentraciones relativamente bajas puedan tener una contribución importante al impacto odorífero de la instalación.

A esta complejidad se añade una dificultad relacionada con el propio volumen de aire que debe tratarse. Las naves de tratamiento de las plantas TMB generan grandes caudales de aire con concentraciones relativamente bajas de COV. Las tecnologías empleadas habitualmente para tratar estas emisiones incluyen procesos biológicos, como los biofiltros, y procesos térmicos, como la oxidación térmica regenerativa (RTO). También pueden utilizarse otras tecnologías, entre ellas el lavado químico, la condensación criogénica, la adsorción o la oxidación catalítica. Sin embargo, cuando estas tecnologías deben tratar grandes volúmenes de aire, pueden implicar elevados requerimientos energéticos y costes de operación, además de una mayor huella de carbono asociada al proceso (Área Metropolitana de Barcelona [AMB], 2023).

En este contexto, surge el proyecto LIFE ABATE, que pretende mejorar el sistema de tratamiento de aires de las plantas TMB, concentrando los COV presentes en una corriente de menor caudal. De este modo, la etapa posterior de tratamiento puede actuar sobre una corriente más concentrada y con un volumen de aire considerablemente menor.

3. El proyecto LIFE ABATE

LIFE ABATE —*Marketable high-performance compact technologies for the abatement of VOCs in EU waste treatment plants, decreasing CO₂ emissions and energy consumption*— es un proyecto cofinanciado por el Programa LIFE de la Comisión Europea con un presupuesto total de 3.246.062 €.

El proyecto está formado por un consorcio de siete entidades públicas y privadas: Universidad de Valladolid (coordinadora del proyecto), Fundación General de la Universidad de Valladolid, Área Metropolitana de Barcelona (AMB), Aeris Tecnologías Ambientales, Kalfrisa, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y FCC Medio Ambiente. El proyecto comenzó en octubre de 2023 y se prevé su finalización en octubre de 2027.

El objetivo general de LIFE ABATE es demostrar una solución tecnológica innovadora que permita reducir las emisiones de COV y olores de las plantas TMB y, simultáneamente, disminuir los requerimientos energéticos y los costes asociados al tratamiento estas emisiones.

Para ello, se ha planteado una demostración a escala industrial en dos emplazamientos diferenciados. El primer piloto se ha instalado en el Ecoparc 3, en Sant Adrià de Besòs (Barcelona), donde se trata una corriente real de aire de 20.000 Nm³/h procedente de la nave de pretratamiento

de la instalación. Una vez finalizada esta fase, está previsto el traslado del piloto al centro de tratamiento de residuos Las Dehesas, en Madrid. La puesta en marcha en Ecoparc 3 tuvo lugar el 13 de marzo de 2026.

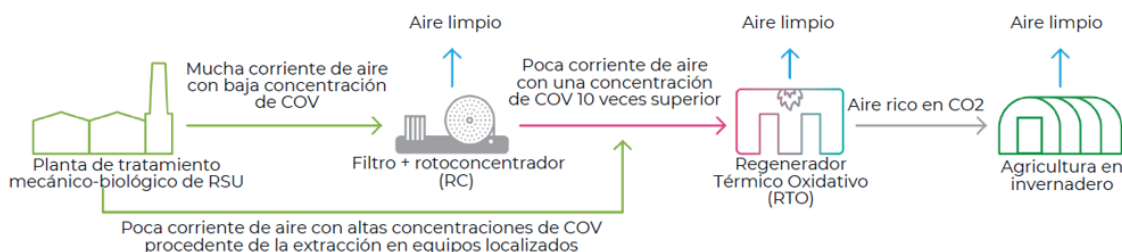
3.1. Solución innovadora

El proyecto LIFE ABATE se basa en la implementación de una cadena de tecnologías innovadoras, ya sea porque no han sido utilizadas antes en este contexto o porque se trata de tecnologías de nueva aplicación, que permite tratar los aires de las plantas TMB de manera más eficiente y sostenible.

La solución consiste en hacer pasar una corriente de aire de gran volumen ($20.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$), pero con una baja concentración de COV, por un sistema de filtración y un rotoconcentrador (RC) equipado con zeolitas previamente seleccionadas. Esta corriente de aire entra en el RC, dónde los COV quedan retenidos en las zeolitas mediante un proceso de adsorción. Posteriormente, mediante un proceso de desorción, los compuestos retenidos se transfieren a una corriente de aire de hasta diez veces de menor caudal. De este modo, se reduce considerablemente el volumen de aire que debe someterse a tratamiento posterior. Es decir, en una instalación promedio, por cada $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$, solo sería necesario tratar una corriente concentrada de $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

A continuación, esta corriente concentrada puede tratarse mediante un sistema de oxidación térmica regenerativa (RTO), correspondiente a la configuración1 de operación, o mediante un filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF), correspondiente a la configuración2 de operación.

Configuración 1:



Configuración 2:

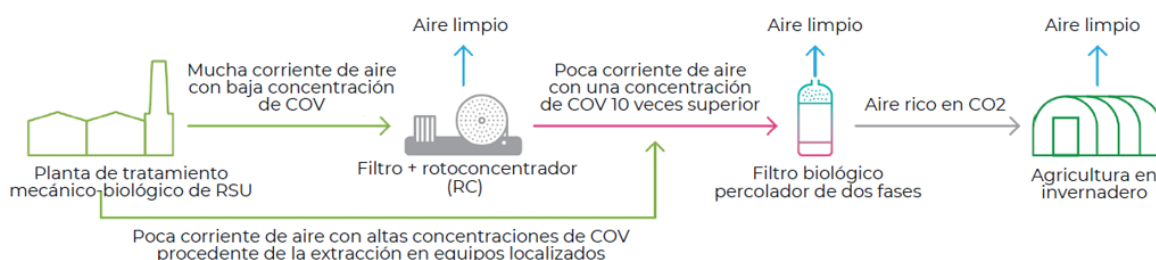


Figura 1. Diagrama de la solución LIFE ABATE (modo 1 y modo 2) en el emplazamiento demostrativo de Ecoparc 3 (Sant Adrià del Besòs, Barcelona).

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

En la configuración 1, permite un menor consumo de gas natural en las plantas TMB debido al incremento de concentración de COV y menor volumen de aire en la corriente a tratar. Esto se traduce en una reducción del uso de recursos naturales, costes de energía y emisiones de gases de efecto invernadero.

En la configuración 2, en el que el tratamiento final se realiza mediante un filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF), la innovación reside en la incorporación de una fase siliconada destinada a favorecer la degradación de determinados COV hidrofóbicos. Este enfoque permite mejorar la selectividad de la eliminación de COV y, además, reducir la superficie ocupada por el sistema de tratamiento de aires de las instalaciones TMB.

La propuesta se completa con el aprovechamiento del aire rico en CO₂, generado en el proceso de tratamiento finalista de las emisiones para estudiar su utilización como recurso en agricultura de invernadero, con el objetivo capturar el CO₂ generado y evitar su emisión directa a la atmosfera.

4. Resultados

4.1. Caracterización del aire a tratar

La caracterización de la composición del aire a tratar resulta fundamental para seleccionar una tecnología de tratamiento adecuada. La composición del aire de las plantas TMB puede variar considerablemente en función de las características del residuo tratado y de las condiciones de operación de la instalación. Por este motivo, antes de seleccionar las zeolitas a incorporar en el rotoconcentrador, se realizó una caracterización específica del aire de la nave de pretratamiento de Ecoparc 3.

La caracterización fue realizada por el Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA) de la Universitat Politècnica de Catalunya. Para el estudio, se llevaron a cabo dos campañas de muestreo en diferentes días, durante la franja horaria con mayor carga odorífera.

La captación de los COV se realizó mediante muestreo dinámico utilizando tubos adsorbentes sólidos multicapa formados por Carbotrap (malla 20/40, 70 mg), Carbopack X (malla 40/60, 100 mg) y Carboxen 569 (malla 20/45, 90mg), bombas de muestreo equipadas con control de flujo y volumen total, según especificaciones técnicas establecidas en la Nota Técnica de Prevención NTP-23. Posteriormente, las muestras fueron analizadas mediante desorción térmica acoplada a cromatografía de gases y espectrometría de masas (TD-GC/MS). La identificación cualitativa de los compuestos se realizó mediante comparación con la biblioteca de espectros de masas NIST Versión 2.0g (Sánchez et al., 2024).

En total se identificaron 115 compuestos en las muestras analizadas. La concentración de COV totales (TCOV) presentó diferencias significativas entre las dos campañas. En la primera campaña se obtuvo una concentración media de 34 ± 2 mg/m³, mientras que en la segunda se obtuvo un

valor medio de $155 \pm 2 \text{ mg/m}^3$. Estas diferencias pueden estar relacionadas con las condiciones de operación de la instalación durante los días de muestreo.

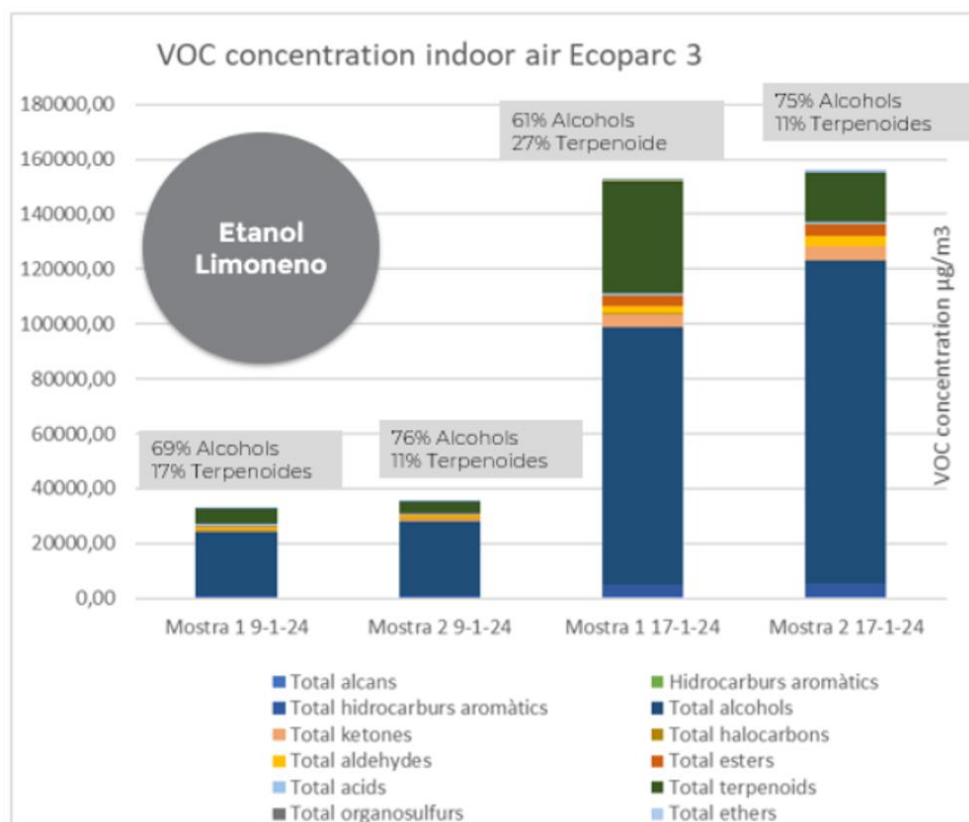


Figura 2. Niveles de concentración (mg/m³) por familias químicas de COV en la nave de pretratamiento de Ecoparc 3 (Barcelona).

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

A pesar de las diferencias en la concentración total, la distribución por familias químicas presentó un comportamiento similar. Los alcoholes representaron aproximadamente entre el 68 y el 72 % del TCOV, mientras que los terpenos contribuyeron aproximadamente entre un 14 y un 19 %.

Para evaluar la contribución de olor se utilizaron los umbrales de olor de los diferentes compuestos identificados. En la primera campaña, los aldehídos, ésteres y ácidos carboxílicos fueron las familias con mayor contribución a las unidades de olor. Entre los compuestos identificados destacaron el acetaldehído, el etilbutirato y el ácido butanoico. En la segunda campaña, los ésteres y aldehídos fueron las familias predominantes en términos de contribución al olor, con especial relevancia del etilbutirato y el acetaldehído (Sánchez et al., 2024).

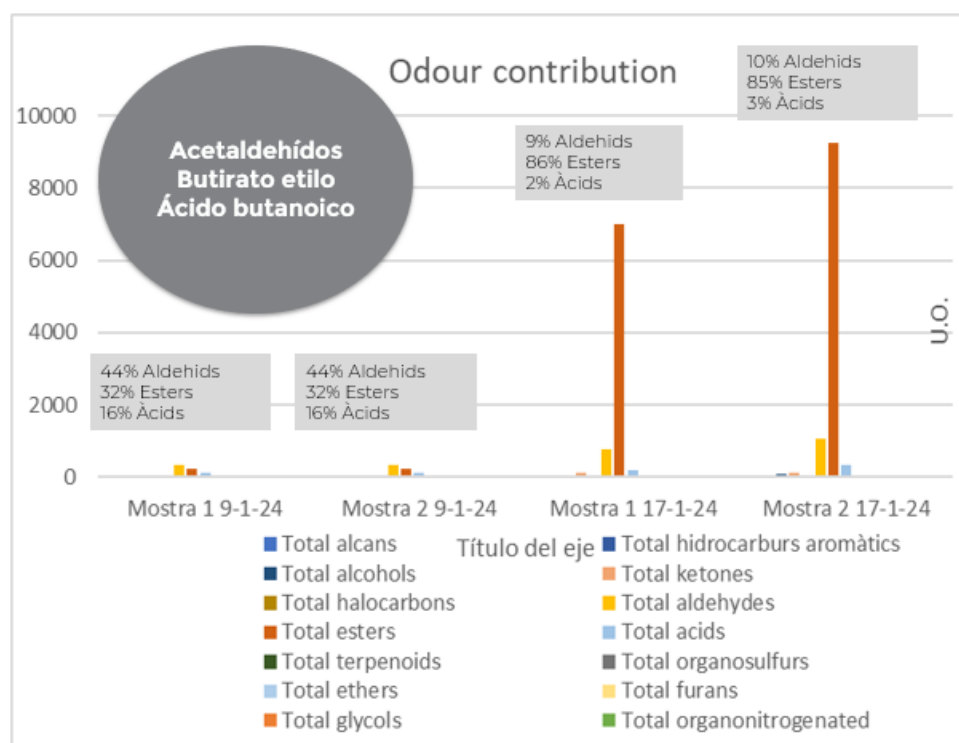


Figura 3. Contribución de las diferentes familias químicas de COV a las unidades de olor de la nave de pretratamiento de Ecoparc 3 (Barcelona).

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Estos resultados muestran que la selección del adsorbente no puede realizarse únicamente considerando la concentración total de COV. También se debe tener en cuenta la composición química de la corriente, la afinidad de los compuestos por el adsorbente y su contribución al olor.

4.2. Determinación de la matriz adsorbente

4.2.1. Selección de zeolitas

Las zeolitas son materiales microporosos pertenecientes al grupo de los aluminosilicatos, cuya estructura cristalina presenta una elevada superficie específica ($> 1000 \text{ m}^2/\text{g}$) y una red de poros y cavidades que permite absorber determinadas moléculas de forma selectiva. Aunque el proceso de adsorción/desorción de COV a partir de zeolitas ya se ha aplicado en otros sectores industriales como en las líneas de pintura de automoción, nunca se ha implementado para el tratamiento de emisiones gaseosas en plantas TMB, por la complejidad de su composición como hemos visto en el apartado 4.1.

Para seleccionar el material adecuado para el rotoconcentrador de LIFE ABATE, se han tenido en cuenta diferentes criterios, entre ellos la capacidad de adsorción, la selectividad frente a los COV presentes en la corriente de aire, la respuesta frente a la humedad, la estabilidad térmica, la

capacidad de regeneración, el coste y la disponibilidad comercial. La humedad en las emisiones gaseosas a tratar es especialmente relevante en el piloto de Barcelona,

También se ha tenido en cuenta la composición de los COV identificados en la caracterización previa, considerando tanto su abundancia como su contribución al impacto odorífero. Asimismo, se valoró la afinidad de los materiales frente a compuestos aromáticos como el m+p-xileno, el o-xileno y el estireno. El acetaldehído supone una dificultad adicional de adsorción, por su de pequeño tamaño molecular. A partir de estos criterios, se estudiaron siete tipos de zeolitas a escala de laboratorio para evaluar su idoneidad como materiales adsorbentes en el rotoconcentrador de LIFE ABATE.

4.2.2. Pruebas con zeolitas

Una vez realizada la selección preliminar, se llevaron a cabo ensayos con las zeolitas seleccionadas en condiciones reales en Ecoparc 3 Barcelona.

Debido a que varias de las zeolitas estaban inicialmente en formato polvo, se diseñó un sistema de soporte con espuma de poliuretano y lana de vidrio para mantener el material adsorbente en el interior de la columna experimental.



Figura 4. Medición de concentración total de COV mediante un sensor de fotoionización FID portátil circulando aire de Ecoparc 3 en una columna de zeolitas..
Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Durante los ensayos, se hizo pasar la corriente de aire por una columna de adsorción que contenía las zeolitas y el sistema de soporte diseñado. La concentración total de COV a la salida de la

columna se monitorizó mediante un analizador portátil con detector de fotoionización, calibrado con etanol, uno de los compuestos mayoritarios identificados previamente en la caracterización del aire.

Además, se realizaron análisis de la composición de COV en tres puntos: el aire ambiente de la instalación, la entrada de la columna de adsorción y la salida de la columna. También se efectuó un ensayo en blanco, haciendo circular nitrógeno por la columna, para comprobar si el propio sistema podía introducir contaminación en las mediciones.

Los resultados del ensayo mostraron que la eliminación del COV total alcanzó aproximadamente el 79 % al inicio del ensayo y el 70 % después de 200 minutos. Por familias de compuestos, las eficiencias de eliminación fueron del 70 % para los alcoholes, el 68 % para los hidrocarburos alifáticos, el 90 % para los hidrocarburos aromáticos, el 77 % para los hidrocarburos cíclicos, el 80 % para los ésteres, el 86 % para las cetonas y el 96 % para los terpenos.

No obstante, la eficiencia de eliminación disminuyó de forma especialmente significativa para algunas familias durante el ensayo. Al final del periodo experimental, se situó aproximadamente en el 19 % para los alcoholes y en el 56 % para los ésteres, lo que indica una menor capacidad de retención de estos compuestos a medida que avanzaba el ensayo.

En conjunto, los ensayos permitieron evaluar la eficacia de las zeolitas para reducir la concentración de COV en condiciones reales y aportaron información relevante para el diseño y la configuración del sistema de concentración a escala piloto.

4.3. Demostración a escala piloto

Durante el último trimestre de 2025 se inició la instalación del piloto LIFE ABATE en el primer emplazamiento demostrativo, en Ecoparc 3, en Sant Adrià del Besòs (Barcelona). El piloto inició su puesta en marcha el 13 de marzo de 2026 y, durante las primeras semanas de funcionamiento, se realizaron tareas de optimización de los parámetros operativos y seguimiento de los primeros datos registrados.



Figura 5. Conjunto de imágenes de la instalación del piloto LIFE ABATE en Ecoparc 3.
Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

La demostración permite evaluar el comportamiento de la solución integrada frente a una corriente gaseosa real procedente de una planta TMB y estudiar el pretratamiento en un sistema de concentración de la corriente (RC), así como dos alternativas para el tratamiento posterior de los COV concentrados: la oxidación térmica regenerativa (RTO) y el tratamiento biológico mediante un filtro biológico percolador de dos pases (2P-BTF).

4.3.1. Solución técnica 1: rotoconcentrador + RTO

En la primera solución técnica, el aire procedente de la planta TMB, con un caudal de 20.000 m³/h, pasa inicialmente por un sistema de filtración de polvo y un rotoconcentrador (RC) equipado con las zeolitas previamente seleccionadas. Durante esta etapa, los COV quedan retenidos en el material adsorbente y, posteriormente, se transfieren mediante desorción a una corriente de aire de menor caudal y mayor concentración.

Esta corriente concentrada se dirige, posteriormente, al sistema de oxidación térmica regenerativa (RTO) de la planta, donde los COV se eliminan. La concentración previa permite disminuir el caudal que debe tratarse en la RTO respecto al volumen de aire captado inicialmente, con el objetivo de reducir los requerimientos energéticos y los costes de operación.

La solución técnica 1, ha estado en funcionamiento desde el 15 de marzo hasta el 15 de julio de 2026. Durante este periodo, se han realizado mediciones de COV y olores en diferentes puntos de muestreo del piloto. Por un lado, se han llevado a cabo mediciones diarias de la concentración de COV mediante un detector de ionización de llama (FID) y, por otro lado, se han realizado mediciones de COV y olores mediante desorción térmica acoplada a cromatografía de gases y espectrometría de masas (TD-GC-MS), con una empresa acreditada en la norma UNE EN 13725 de olfatometría dinámica.

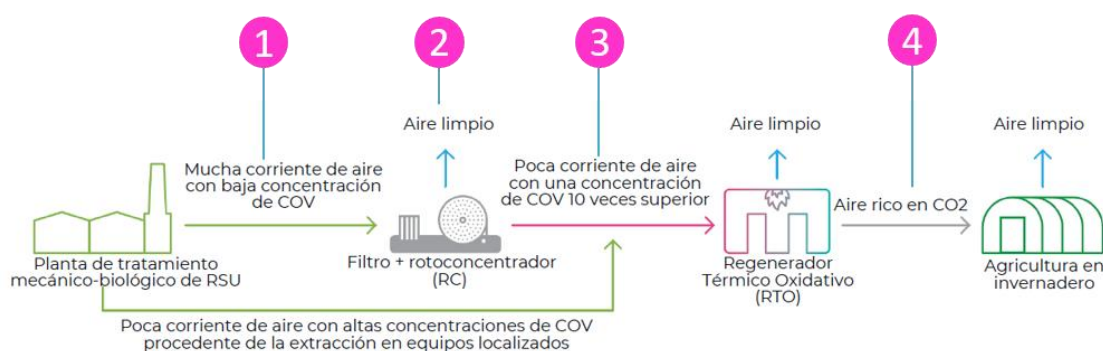


Figura 6. Esquema de los puntos de muestreo de COV y olores en el piloto LIFE ABATE (solución técnica 1), en Ecoparc 3.

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Los resultados obtenidos durante esta fase muestran que el rotoconcentrador alcanzó reducciones entre 60% - 90% en la carga odorífera y de más del 70% en COV en el pretratamiento de concentración

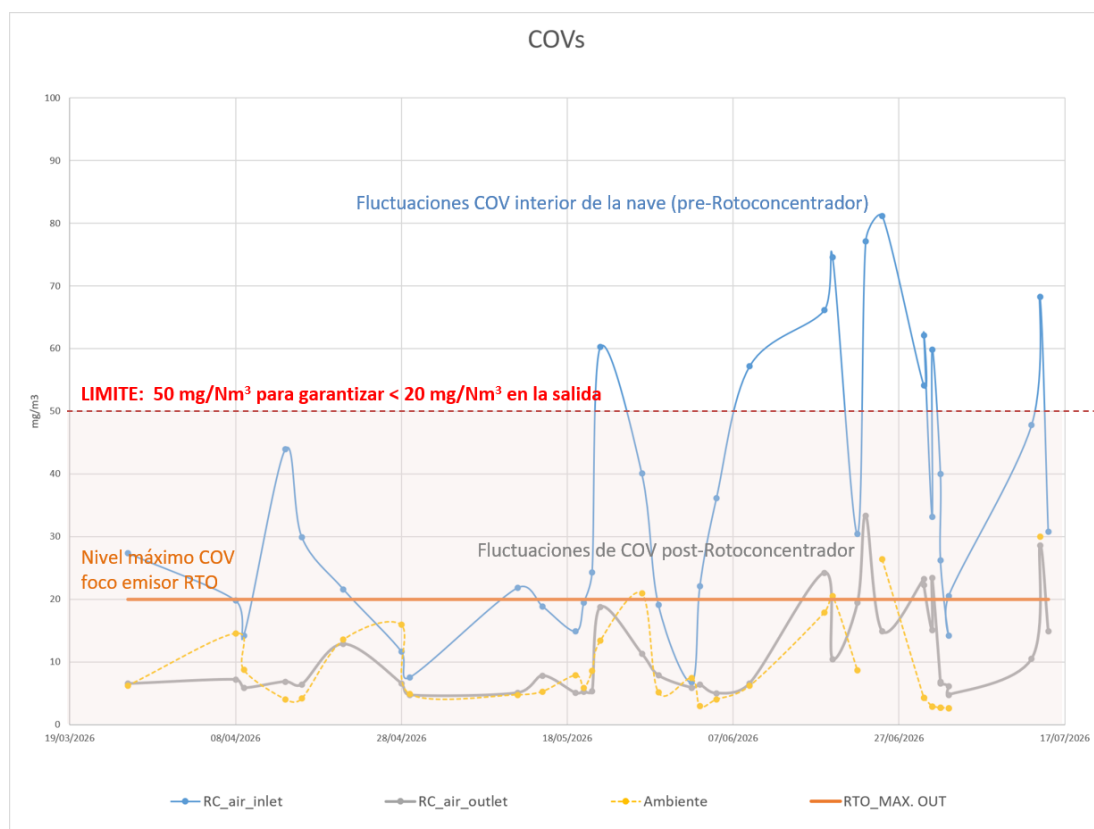


Figura 7. Gráfica de concentración de COV en la entrada y salida del rotoconcentrador durante la demostración del piloto en Ecoparc 3, solución técnica 1.

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Como muestra la Figura 7, las concentraciones de COV (mg/Nm^3) a la salida del rotoconcentrador son similares a los niveles de COV en el aire ambiente exterior a la planta de tratamiento de residuos de Ecoparc 3.

Para valorar estos resultados de cara al escalado de la solución a una instalación industrial, se han comparado las concentraciones obtenidas a la salida del rotoconcentrador con valores de referencia de emisión asociados a sistemas convencionales de tratamiento de aire. Tomando como referencia el límite de $20 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, correspondiente a la concentración máxima de COV considerada para las emisiones tratadas mediante RTO, se estima que, cuando el aire de entrada presenta una concentración de COV igual o inferior a $50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, la solución basada en el rotoconcentrador permitiría alcanzar una concentración a la salida compatible con dicho valor de referencia (Figura 7).

4.3.2. Solución técnica 2: rotoconcentrador + 2P-BTF

La segunda configuración de operación sustituye el tratamiento finalista de las emisiones gaseosas mediante el proceso térmico de oxidación regenerativa por un proceso biológico avanzado, se mantiene el pretratamiento de concentración de COV en el RC. Después de la etapa de concentración en COV se introduce el flujo de aire en un filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF).

Este sistema biológico avanzado incorpora una fase siliconada que favorece la transferencia de determinados COV hidrofóbicos hacia la fase acuosa, donde pueden quedar disponibles para su biodegradación. De este modo, el sistema pretende mejorar el tratamiento de estos compuestos respecto a los procesos biológicos convencionales.

La solución técnica 2, empezó a funcionar el 16 de julio de 2026 y su finalización está prevista para diciembre de 2026. Durante esta fase, también se están realizando mediciones de COV y olores en diferentes puntos de muestreo del piloto. Tal como se hizo en el modo de operación 1, se realizan mediciones diarias de concentración COV mediante FID y, análisis de COV y olores mediante TD-GC-MS.

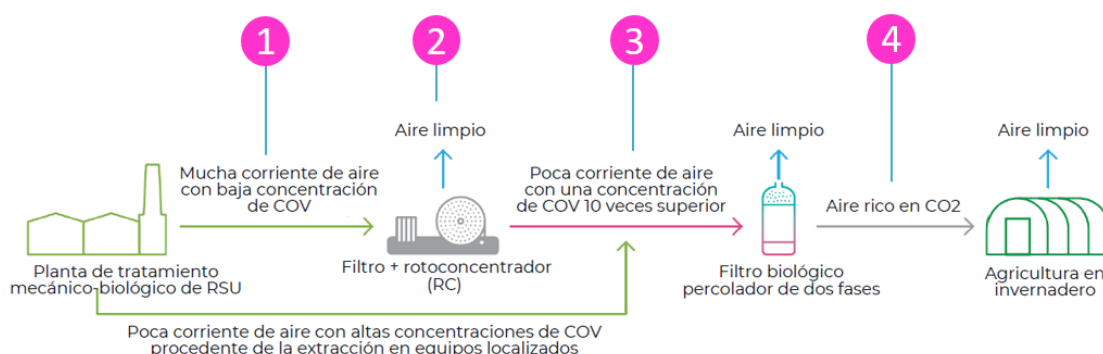


Figura 8. Esquema de los puntos de muestreo de COV y olores en el piloto LIFE ABATE (solución técnica 2), en Ecoparc 3.

Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

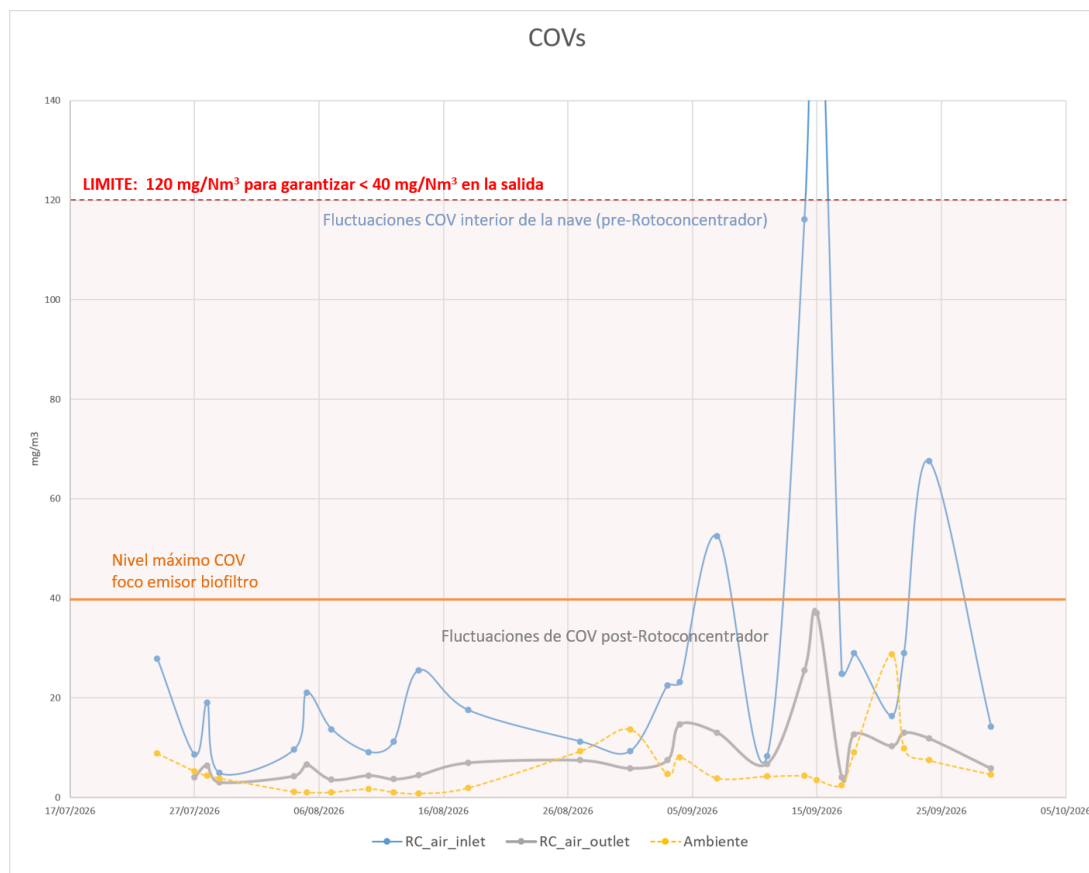


Figura 9. Gráfica de concentración de COV en la entrada y salida del rotoconcentrador durante la demostración del piloto en Ecoparc 3, solución técnica 2.
Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Al igual que en el primer modo de operación, las concentraciones de COV medidas a la salida del rotoconcentrador se aproximan a las del aire ambiente exterior de la instalación (Figura 9).

Para contextualizar estos resultados, se plantea también una comparación con un valor de referencia de 40 mg/Nm³, asociado a las autorizaciones ambientales integradas de instalaciones que tratan sus emisiones gaseosas en biofiltros. A partir de este valor, se estima que la concentración de COV en el aire de entrada no debería superar los 120 mg/Nm³ para alcanzar a cumplir con el límite de COV a la salida del rotoconcentrador. Al igual que en la Solución técnica 1, esta estimación debe interpretarse como una comparación de referencia, no como una confirmación directa del cumplimiento normativo.

4.3.3. Aprovechamiento del CO₂ en agricultura

La última etapa de la solución LIFE ABATE contempla la utilización del aire tratado y rico en CO₂ en un invernadero experimental, con el objetivo de estudiar su efecto sobre el crecimiento de los cultivos y evaluar su potencial como vía de aprovechamiento del CO₂ generado.

Para ello, se han planteado tres campañas experimentales. La primera (C0), corresponde a las condiciones de control, en las que se utiliza aire ambiente, mientras que las otras dos campañas (C1 y C2) permiten estudiar el efecto del aire tratado procedente de las distintas configuraciones tecnológicas del proyecto. En la campaña C1, se utiliza el aire tratado y rico en CO₂ procedente de la oxidación térmica regenerativa (RTO), integrada en la configuración de rotoconcentrador y RTO (solución técnica 1). En la campaña C2, se utiliza aire tratado procedente del filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF), correspondiente a la configuración RC + 2P-BTF (solución técnica 2).

El estudio incluye dos especies hortícolas: tomate (*Solanum lycopersicum* 'Bodart') y lechuga (*Lactuca sativa* var. *capitata*), y una especie ornamental, begonia (*Begonia semperflorens*). A lo largo del periodo de cultivo, se realizan mediciones semanales para seguir el crecimiento y el desarrollo de las plantas, teniendo en cuenta parámetros específicos de cada especie como la altura, dimensiones de las hojas y número de flores y frutos y, concretamente en el caso del tomate y la lechuga, el índice de área foliar (LAI).



Figura 10. Invernadero situado en Ecoparc 3 y cultivos plantados durante la primera campaña experimental.
Fuente: Elaboración propia, LIFE ABATE.

Al finalizar cada campaña, se recogen muestras de los cultivos para determinar su masa fresca y seca y analizar su composición química. En el caso del tomate, se analizan por separado las hojas, los tallos y los frutos, mientras que, en la lechuga y la begonia, se analiza conjuntamente la parte aérea de la planta, sin separar sus distintos componentes. Los análisis permiten determinar la concentración de nutrientes, como fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, así como la presencia de otros elementos, incluidos metales y elementos traza, mediante técnicas de espectrometría de emisión óptica y espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES e ICP-MS).

La comparación de los datos agronómicos y analíticos de las tres campañas permitirá evaluar las diferencias en el crecimiento, el desarrollo y la composición de los cultivos entre las condiciones de control y las dos configuraciones tecnológicas. Los resultados de las campañas permitirán evaluar

el efecto de este aire tratado sobre los cultivos y determinar el potencial de esta vía de aprovechamiento del CO₂ generado en plantas de tratamiento de residuos.

5. Conclusión

El tratamiento de aire en las plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB) representa un reto ambiental y energético de primer orden, derivado de la necesidad de gestionar grandes caudales de aire que combinan bajas concentraciones de COV con una elevada complejidad odorífera. En este escenario, el proyecto LIFE ABATE plantea un cambio de enfoque tecnológico al desacoplar el volumen de aire a tratar mediante una etapa previa de concentración con zeolitas, optimizando significativamente la eficiencia del proceso de depuración final.

Los trabajos de caracterización iniciales realizados en la nave de pretratamiento de Ecoparc 3 (Barcelona) pusieron de manifiesto la heterogeneidad de estas corrientes, identificando un total de 115 compuestos. Este análisis resultó fundamental para evidenciar que la selección del material adsorbente no podía basarse únicamente en la carga total de contaminantes, sino en la afinidad química con las familias mayoritarias y con aquellas que presentan más impacto odorífero.

La posterior validación experimental del piloto industrial (20.000 m³/h) ha confirmado el potencial del rotoconcentrador, logrando eficiencias de reducción entre 60% - 90% en la carga odorífera y de más del 70% en COV. Esto permite obtener concentraciones a la salida cercanas a los niveles del aire ambiente exterior exigidos en las autorizaciones ambientales integradas, como los 20mg COVT-COT/Nm³ asociados a tecnologías térmicas (RTO) o 40 mg COVT-COT /Nm³ contemplados para biofiltración.

La propuesta de LIFE ABATE permite evaluar esta etapa previa de concentración combinada con dos alternativas de depuración final: la oxidación térmica regenerativa (RTO) y el filtro biológico percolador de dos fases (2P-BTF), con el objetivo de reducir drásticamente las necesidades energéticas, los costes operativos del sistema y la huella de carbono. A ello se suma el estudio del aprovechamiento del aire tratado y rico en CO₂ en agricultura de invernadero, abriendo una vía prometedora para la economía circular en el sector de la gestión de residuos.

En definitiva, los avances obtenidos hasta la fecha en Ecoparc 3 respaldan a LIFE ABATE como una alternativa técnicamente viable, que permite avanzar hacia la transformación de los sistemas de tratamiento de emisiones en las instalaciones de gestión de residuos a nivel europeo.

6. Bibliografía

- [1] EPEM (s.f.). *Database of Waste Management Technologies, MBT 1-7: Advanced Recycling/Composting of the organic fraction, Waste-C-Control (LIFE09 ENV/GR/000294)*. <https://www.epem.gr/waste-c-control/database/html/MBT-02.htm>
- [2] Desotec (s.f.). *Removing odours at mechanical-biological treatment facilities*, [Desotec.com website](https://www.desotec.com).

- [3] Eurostat (2026). *Waste generation per capita*.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/CEI_PC034
- [4] EEA (2025). *Diversion of waste from landfill in Europe*.
<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/diversion-of-waste-from-landfill?activeAccordion=309c5ef9-de09-4759-bc02-802370dfa366>
- [5] Directiva 94/62/CE, de 20 de diciembre de 1994, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los envases y residuos de envases. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 365.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=celex:31994L0062>
- [6] Directiva 1999/31/CE, del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 82. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=celex%3A31999L0031>
- [7] Àrea Metropolitana de Barcelona. (15 de octubre de 2023). *Proyecto Life ABATE*.
<https://lifeabate.amb.cat/>
- [8] Sánchez Santos, G., et al (2024). Tecnologías compactas comercializables de alto rendimiento para la reducción de COV en plantas de tratamiento de residuos de la UE, disminuyendo las emisiones de CO2 y el consumo de energía – LIFE ABATE (LIFE22-ENV-ES-LIFE-ABATE/101113838). *Olores.org*. – Congreso Odora24.
<https://www.olores.org/es/tecnicas/control-del-olor/1405-tecnologias-compactas-comercializables-de-alto-rendimiento-para-la-reduccion-de-cov-en-plantas-de-tratamiento-de-residuos-life-abate-10111383>

CONAMA 2026