



Solución inteligente e innovadora para la eliminación de malos olores en la EDAR Río Gafo

José Javier González Martínez director técnico adjunto y director de Obra de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico
Adolfo Guerra Fernández jefe de Sección de Proyectos y Obras de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico

Las tecnologías de desodorización más ampliamente utilizadas para el control de olores en las estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) (lavado químico, filtración con carbón activo) son, en muchos casos, insostenibles desde el punto de vista económico, debido a los elevados costes de operación derivados del consumo de reactivos químicos y el consumo eléctrico. Esta situación ha llevado a los operadores de muchas depuradoras a dejar fuera de servicio las instalaciones de desodorización, lo que conduce a que el impacto ambiental de las aguas residuales por emisión de malos olores sea el mismo que si no se hubiesen realizado inversiones para la construcción de estas instalaciones. La desodorización de la EDAR Río Gafo se ha llevado cabo con un nuevo enfoque, que supone evaluar no solo los costes de inversión inicial, sino también los costes de operación a medio y largo plazo, que garanticen la sostenibilidad y la correcta implantación y funcionamiento de estos sistemas, tomando como solución definitiva el biofiltro percolador Biodortech de la compañía JSF Hidráulica.

Palabras clave

EDAR, biodesodorización, biofiltros percoladores, eliminación de olores, eliminación de sulfuro de hidrógeno, comparativa entre tecnologías de desodorización.

Smart innovative odour removal solution at Río Gafo WWTP

The most widely used odour control technologies at wastewater treatment plants (WWTP) (chemical scrubbing, activated carbon filtration) are, in many cases, economically unsustainable due to the high operating costs associated with reagent and electricity consumption. As a result, many plant operators opt not to use their odour control systems, which means that the environmental impact of the wastewater with respect to odour emissions is the same as if there had been no investment in the construction of these systems. Odour control at the Río Gafo WWTP has been carried out using a new approach involving the evaluation, not only of initial investment costs, but also medium and long-term operating costs. This ensures the sustainability and correct implementation and operation of these systems. Biodortech, a biofilter developed by JSF Hidráulica company, was the final solution used at Río Gafo WWTP.

Keywords

WWTP, biodeodorization, biotrickling filters, odour removal, hydrogen sulfide removal, comparison between odour control technologies.



1. Introducción

Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) son instalaciones que se construyen para minimizar el impacto ambiental que las aguas residuales provocan sobre el entorno, pero que, como cualquier instalación de tipo industrial, tienen repercusión sobre las condiciones ambientales de la zona colindante con su emplazamiento, en lo que a determinados factores ambientales respecta, singularmente por el tipo de materia prima con la que trabaja (agua residual) y por la generación y potencial emisión de olores.

Esta situación ha llevado a que en el diseño de las depuradoras y, muy especialmente, en la reforma de las existentes, se tomen en cuenta las condiciones de control de olores y se destinen importantes inversiones a este capítulo, debido también a la natural concienciación social al respecto y a la fuerte presión urbanística sobre las áreas próximas a las depuradoras ante el crecimiento urbano de los últimos años.

En las instalaciones de saneamiento, los compuestos causantes de olores pueden provenir de vertidos industriales o se pueden producir en colectores e instalaciones de tratamiento por el metabolismo biológico. Los mercaptanos y el sulfuro de hidrógeno son los mayores contribuyentes a los problemas de olores. El último de ellos produce, además, importantes daños por corrosión y supone un riesgo para la salud del personal de las instalaciones de saneamiento.

2. La EDAR Río Gafo

La EDAR Río Gafo, que fue declarada obra de interés general dentro del Plan Hidrológico Nacional de 2001, está ubicada en la margen derecha del río Nalón, cerca de la confluencia de este con su afluente el río Gafo,

aguas arriba del paso de la carretera AS-322.

La depuradora trata las aguas residuales de una parte del municipio de Oviedo y de las poblaciones que vierten al Nalón y al Caudal en los municipios de Ribera de Arriba y Morcín. Se trata de una zona eminentemente urbana, con lo que la planta se ha diseñado para tratar la contaminación producida por 56.000 habitantes equivalentes (he). El caudal medio a tratamiento completo es de 818 m³/h, aunque puede alcanzar puntas de 1.250 m³/h, con un caudal máximo de entrada a pretratamiento de 3.937 m³/h.

Las obras han sido promovidas por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC), ejecutadas por Acciona Agua y cofinanciadas, en un 80%, por el Fondo de Cohesión de la Unión Europea y, en un 20%, por la misma CHC.

La línea de tratamiento de agua consiste en la obra de llegada y bom-

beo, un pretratamiento completo y un tratamiento biológico de fangos activados de baja carga másica (aireación prolongada) para la eliminación de carbono y nitrógeno. La línea de fangos consta de espesamiento, deshidratación al 25% y almacenamiento del fango deshidratado.

3. Emisiones de malos olores

El proyecto de desodorización de la EDAR Río Gafo ha considerado las emisiones de olores generadas tanto en la línea de agua (entrada, desbaste, desarenado, desengrasado, clasificador de arenas y concentrador de grasas, con sus correspondientes contenedores de residuos) como en la línea de fangos (espesadores, sala de deshidratación y silo de almacenamiento). También se ha estudiado la captación de gases. Los pretratamientos son potenciales fuentes de olor porque procesan agua residual bruta conteniendo partículas orgánicas putrescibles (**Figura 1**).



El sistema de biodesodorización instalado en la EDAR Río Gafo supone un ahorro de unos 30.000 euros al año frente a la filtración con carbón activo, ya que se reducen los consumos eléctricos y de reactivos

3.1. Entrada de agua

En la entrada de agua (pozos de gruesos) los olores se producen debido al desprendimiento de gases generados en la red de colectores, como consecuencia de la turbulencia creada a la entrada.

3.2. Desbaste

El desbaste es una operación de separación que retiene los sólidos flotantes presentes en el agua residual haciendo pasar el agua residual por rejillas de predesbaste y tamices. En el caso de la EDAR Río Gafo se plantean tamices de 3 mm de paso, con el objetivo de proteger a la EDAR de la posible llegada de objetos flotantes, capaces de producir obstrucciones y atascos en las distintas unidades de la planta. La acumulación de residuos procedentes del rechazo del tamizado puede generar olores.

3.3. Desarenado y desengrasado

En el desarenador se separan arenas, y partículas minerales pesadas. Los desarenadores aireados pueden generar olores durante la aireación, debido al desprendimiento de gases, (*stripping*), como consecuencia de la turbulencia. Para la extracción de arenas decantadas se utilizan bombas centrífugas que vierten sobre el canal de recogida, por donde posteriormente se envían al sistema de tratamiento (clasificador de arenas). La extracción de arenas también puede generar olores por el contenido de materia orgánica adherida a las mismas.

En el desengrasado se eliminan grasas, aceites y flotantes ligeros que se encuentran libres en el agua residual mediante el insuflado de aire y flotación de las mismas. Los flotantes se arrastran por una barredora superficial que los conduce hasta un pozo de recogida desde donde se bombean a un concentrador.

3.4. Contenedores

Los contenedores que sirven para ir acumulando los residuos que se van separando del agua bruta tienen un fuerte olor y, por lo tanto, también son tratados con un sistema de extracción situado lo más cerca posible a los contenedores.

3.5. Espesadores de fangos

El espesado es un procedimiento que se emplea para aumentar el contenido de sólidos del fango, por eliminación de parte de la fracción líquida del mismo. Los espesadores han sido cubiertos para la contención de potenciales olores y una posterior extracción de aire localizada que evite escapes de los mismos.

3.6. Deshidratación de fangos

La deshidratación de fangos se realiza mediante dos decantadores centrífugos. El fango deshidratado se conduce hasta un silo de almacenamiento para, posteriormente, ser cargado en camiones para su disposición final. El fango entra en la centrífuga, que está completamente cerrada. La carcasa tiene dos salidas, una para la torta de fango y otra para el líquido. Comparado con otros

sistemas de deshidratación mecánica, los olores de las centrífugas son más fáciles de captar y tratar y tienen menos influencia en el aire del edificio de deshidratación. Solo la salida de fangos y de líquido son zonas potenciales de olores. Comparando las molestias debidas a los olores, las centrífugas tienen una clara ventaja, ya que los otros equipos de deshidratación suelen estar descubiertos. Desde el punto de vista de los olores serán preferibles. En el caso del silo de almacenamiento de fangos deshidratados se han dispuesto de dos puntos de captación alternativos, uno durante la carga del mismo y otra en las proximidades de la boca de descarga del fango.

3.7. Captación de gases

Las emisiones de olores son captadas cerca de las fuentes de contaminantes mediante una red de conductos de aspiración fabricados en polipropileno. Un error frecuente de diseño de los sistemas de ventilación de edificios con presencia de sulfuro de hidrógeno es instalar rejillas de aspiración en colectores elevados, ya que este gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a poca altura. El diseño del sistema de extracción de aire de la EDAR Río Gafo ha sido coherente con este principio y todas las aspiraciones de aire se realizan cercanas al suelo mediante bajantes estratégicamente distribuidas.

4. Estudio de alternativas en tecnologías de eliminación de olores

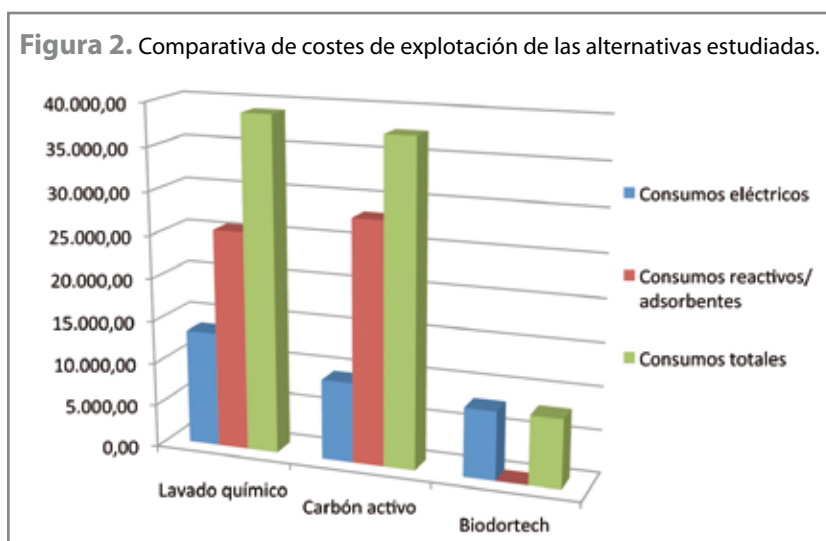
Los sistemas estudiados fueron los tradicionalmente utilizados en instalaciones de saneamiento y depuración (torres de lavado químico, filtros de carbón activo, biofiltros de sustrato vegetal) y, como alternativa innovadora, los biofiltros percoladores de sustrato inerte y alto rendimiento.



Tabla 1. Estudio de alternativas. Comparativa de costes de operación debido a los consumos eléctricos y de reactivos/adsorbentes.

Equipo de desodorización	Potencia total absorbida (kW)	Consumos eléctricos (€/año)	Reducción de consumo eléctrico frente a Biodortech		Consumos de reactivos/adsorbentes (€/año)	Total consumos (€/año)
			€/año	%		
Biodortech	12,83	8.005,54	-	-	0	8.005,54
Alternativa 1: lavado químico (1 etapa)	21,54	13.438,06	5.432,52	40,43	25.549,00	38.987,06
Alternativa 2: carbón activo	14,99	9.347,88	1.342,34	14,36	28.165,00	37.512,88

Figura 2. Comparativa de costes de explotación de las alternativas estudiadas.



Los sistemas de eliminación más ampliamente utilizados en instalaciones de saneamiento y depuración son las torres de lavado químico (*scrubbers* químicos) y los filtros de carbón activo. La sostenibilidad de estos sistemas, desde el punto de vista de operación, depende del régimen de funcionamiento (teóricamente continuo) y de la carga de contaminantes presente en la corriente de aire tratado, ya que el consumo de reactivos químicos y adsorbentes es proporcional al flujo másico de los contaminantes eliminados. Los altos costes de operación de estos sistemas han propiciado que las tecnologías biológicas de desodorización estén adquiriendo una creciente importancia en España.

A continuación se describen brevemente las alternativas de trata-

mientos estudiados y se incluye la **Tabla 1** y **Figura 2** con el estudio de los costes de operación para cada alternativa estudiada.

4.1. Alternativa 1: lavado químico

El sistema de tratamiento mediante lavado químico consiste en 1-3 torres de lavado en serie donde tiene lugar el contacto aire/agua/reactivos. El aire atraviesa la zona de contacto aire/líquido, rellena de anillos plásticos, que optimiza la transferencia de materia desde la fase gas a la fase líquida. La solución química es pulverizada en la zona superior de la torre, atraviesa la zona de contacto y, posteriormente, es recuperada en el fondo de la torre. De aquí se reconduce de nuevo a la zona superior por la bomba de recirculación. Los

reactivos contenidos en el agua se transforman por la reacción de los compuestos gaseosos solubilizados formando diferentes sales. La renovación de reactivos se realiza por inyección automática regulada por sondas de pH y potencial redox. La renovación del líquido se hace por purgas, para mantener una concentración de sales disueltas suficientemente baja para que no sean un freno a las reacciones químicas deseadas.

Hasta hace relativamente poco tiempo había una fuerte tendencia a implantar estos sistemas como medidas correctoras para solucionar problemas de olores. Aunque esta tendencia aún existe, ha perdido intensidad debido a los inconvenientes que presenta y a los avances tecnológicos de los sistemas biológicos. Sus principales inconvenientes son:

- Elevado coste de operación derivado de la utilización de reactivos químicos.
- Mayor consumo eléctrico debido al funcionamiento de las bombas de recirculación.
- Riesgo asociado a la manipulación de productos químicos peligrosos.
- Eliminación baja de compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Riesgos de expulsión a la atmósfera de componentes químicos peligrosos.

- Requieren de una gran rutina de comprobación y operadores experimentados para mantener el rendimiento (calibración de sensores, dosificación...).

- Dosificación incontrolada de reactivos debido a fallos de instrumentación.

4.2. Alternativa 2: filtración con carbón activo

Los carbones activos parecen un producto muy simple, pero en realidad son unos materiales extremadamente complejos que varían en función de:

- La estructura porosa de la materia prima

- El proceso de activación, mediante el cual se produce un incremento de la porosidad de la matriz del carbón y se forman funcionalidades químicas.

- Los reactivos químicos con los que se impregnan, que consiguen que el carbón activado reaccione con contaminantes gaseosos específicos para convertirlos en no volátiles y no olorosos.

La filtración con carbón activo es una tecnología poco sofisticada, con un coste de inversión inicial bajo, que no requiere personal cualificado para su operación. Su coste de operación está asociado al consumo del adsorbente y al consumo eléctrico del ventilador. Los carbones activos más utilizados para el control de olores en EDAR están impregnados con reactivos alcalinos. Ciertos fenómenos, tales como la migración del impregnante (soluble en agua) por condensación de vapor de agua y la carbonatación producida al CO_2 del aire, conducen a una pérdida de la capacidad de retención teórica de carbón activo, pudiendo disminuir hasta un 50%.

Figura 3. Biofiltro percolador para eliminación de olores del edificio de pretratamiento.



Este tipo de carbón puede regenerarse 1-2 veces *in situ* mediante lavado con sosa y alargar en cierta medida su vida operacional, si bien deben tenerse en consideración el coste de suministro de este reactivo, la posterior gestión de residuos y el riesgo asociado a su manipulación. Una vez finalizada la vida de servicio del carbón, deberá gestionarse su disposición final, por ejemplo, mediante eliminación en vertedero.

4.3. Alternativa 3: biofiltro convencional

El proceso de desodorización mediante biofiltración se basa en la acción de microorganismos capaces de descomponer los compuestos olorosos en ácidos, productos orgánicos y agua. Los biofiltros convencionales utilizan materiales porosos como corteza de pino, astillas de madera o turba, que funcionan bien para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles, lo que supone una serie de desventajas frente a los biofiltros de nuevo diseño con sustrato inerte:

- Necesitan un *scrubber* con sosa como etapa de pretratamiento o un humidificador para humidificar el aire y eliminar los compuestos de azufre. El aire debe ser previamente humidificado, ya que si no está completamente saturado en humedad, una parte del relleno podría secarse, inactivando los microorganismos.

- El peso del relleno húmedo limita la profundidad del lecho para que no exista excesiva compresión. Esto se traduce en una gran ocupación de espacio en la planta.

- La formación de ácido sulfúrico formado por oxidación biológica de los compuestos de azufre puede degradar el relleno y producir su colapso.

- Suelen ser reactores abiertos lo que imposibilita la canalización del efluente gaseoso para toma de muestras y control.

- La salida de aire se realiza a pocos metros del suelo y a poca velocidad, por lo que la dispersión del olor residual es mala.

- El sustrato tiene un periodo corto de duración, lo que significa un



Figura 4. Biofiltro percolador para eliminación de olores del edificio de deshidratación de fangos.



coste de operación de sustitución del mismo.

En el caso de la depuradora objeto de este estudio, el coste de suministro del relleno vegetal de dos biofiltros convencionales dimensionados con un tiempo de contacto de 36 segundos sería aproximadamente 6.500-8.000 euros cada 3-5 años, sin tener en cuenta la mano de obra y medios auxiliares, grúas, etc., ni la disposición final en vertedero del relleno sustituido.

4.4. Alternativa 4: biofiltro Biodortech

Debido a la distancia entre los equipos de tratamiento de fangos y el pretratamiento se optó por implantar dos unidades de eliminación de olores en la planta, uno en el edificio de pretratamiento (**Figura 3**) y otro en el de deshidratación de fangos (**Figura 4**). Para superar las desventajas de los biofiltros convencionales, JSF Hidráulica ha desarrollado el sistema Biodortech, que brinda las siguientes ventajas:

- El medio de soporte utilizado posee una superficie específica muy elevada, lo que permite mantener una gran población de bacterias oxidantes de azufre.

- Emplea un sustrato inerte que no se pudre o sufre de acidificación o compactación.

- No requiere pretratamiento del aire, ya que no es necesario rebajar

la concentración de gases ácidos y la humidificación del relleno es continua.

- La resistencia a la compactación permite duplicar las profundidades típicas de rellenos convencionales, reduciendo así la huella física.

- Es un biorreactor cerrado en el que el efluente se canaliza por medio de una chimenea. Esto permite aislar el biofiltro de las condiciones ambientales y la toma de muestras.

- Mejora de la dispersión de olor residual, ya que el aire se descarga a la atmósfera a mayor velocidad y altura.

- Los costes de operación prácticamente nulos del sistema Biodortech permiten recuperar los costes extras sobre las otras alternativas planteadas en un periodo de tiempo muy corto.

4.4.1. Funcionamiento y características

El funcionamiento básico del sistema Biodortech (sin recirculación) consiste en hacer circular una corriente de aire contaminado a través de un sustrato que ha sido previamente inoculado con microorganismos especializados (no patógenos).

Figura 5. Funcionamiento básico del sistema Biodortech.

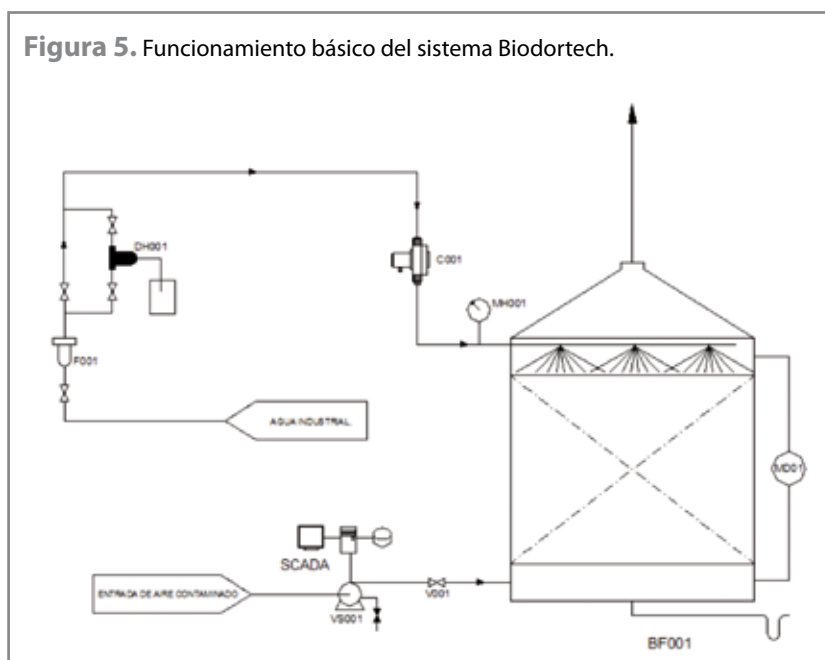


Figura 6. Partícula de relleno con biopelícula de una instalación similar.



El sistema de biofiltración avanzado Biodortech utiliza un relleno inerte como matriz de soporte para los microorganismos avanzados. Este relleno se humidifica continuamente mediante pulverización de agua para aportar humedad y controlar el pH

Como se indica en la **Figura 5**, la corriente de aire contaminado entra al biofiltro por debajo del relleno y circula a contracorriente con respecto al agua de riego. El relleno se humidifica continuamente mediante pulverización de agua para aportar humedad y controlar el pH (**Figura 6**).

El lixiviado del biofiltro se drena continuamente con un caudal igual al de riego, ya que el sistema opera sin recirculación.

El agua de riego se filtra para evitar la acumulación de sólidos en el relleno. El caudal de riego se controla mediante un caudalímetro electromagnético.

Normalmente, el efluente final de la depuradora proporciona suficientes nutrientes para mantener la

biomasa sin ningún suplemento. No obstante, se ha previsto un sistema de dosificación para permitir la introducción de nutrientes en caso necesario.

Una característica distintiva de la tecnología Biodortech es su sistema de contención, fabricado en aluminio e impermeabilizado con una geomembrana plástica. El tanque resultante se caracteriza por su elevada resistencia mecánica, a la corrosión y a la radiación del sol. La construcción del tanque contenedor a partir de paneles de aluminio posibilita la construcción de tanques de gran diámetro cuyo transporte por carretera sería inviable (o muy difícil) con los materiales plásticos tradicionales (PRFV, PE, PP).

5. Conclusiones

Las tecnologías de desodorización más utilizadas para el control de olores en EDAR (lavado químico, filtración con carbón activo) son, en muchos casos, insostenibles desde el punto de vista económico debido a los elevados costes de operación derivados del consumo de reactivos químicos y del consumo eléctrico.

Esta situación ha llevado a los operadores de muchas depuradoras a dejar fuera de servicio las instalaciones de desodorización, lo que conduce a que el impacto ambiental de las aguas residuales por emisión de malos olores sea el mismo que si no se hubiesen realizado inversiones para la construcción de estas instalaciones.

La desodorización de la depuradora Río Gafo se ha llevado cabo con un nuevo enfoque, que supone evaluar no solo los costes de inversión inicial, sino también los costes de operación a medio y largo plazo, que garanticen la sostenibilidad y la correcta implantación y funcionamiento de estos sistemas.

La tecnología de desodorización utilizada en la EDAR Río Gafo es el sistema de biofiltración avanzado Biodortech de la compañía JSF Hidráulica, que utiliza un relleno inerte como matriz de soporte para los microorganismos degradadores. Dicho sistema resuelve los inconvenientes clásicos de los biofiltros convencionales: la gran ocupación de espacio, la baja resistencia química del relleno y la compactación y baja dispersión de los efluentes gaseosos en la atmósfera.

Bibliografía

[1] CEDEX. Jornadas técnicas sobre generación y control de olores en los sistemas de saneamiento. 