
OLORES-19
26-27 NOVIEMBRE 2019, SANTIAGO, CHILE

**ALTERNATIVAS PARA LA DESODORIZACION DE DECANTADORES EN
PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES**
**ALTERNATIVES FOR THE DEODORIZATION OF CLARIFIERS IN WASTE
WATER TREATMENT PLANTS**

J.Balfagon y J.L.Recaj
Alphachem S.L., España

Palabras clave: Sedimentadores, Decantadores primarios, Decantadores secundarios, Carbón Activo, Alúmina activada, Permanganato potásico

Keywords: Settling tanks, Primary clarifiers, Secondary clarifiers, Activated carbon, Activated alumina, Potassium permanganate

Resumen

La desodorización en las plantas de aguas residuales se está convirtiendo en una necesidad cada vez más importante, para evitar conflictos con el entorno vecinal. Los decantadores primarios y secundarios, por sus dimensiones y concentraciones de gases molestos al olfato, son unidades que hasta el momento han quedado bastante abandonados, en lo que se refiere a su desodorización. La solución tradicional se basa en la cubrición total de los mismos y la desodorización del aire interior, con un número de renovaciones por hora entre 3 a 8, según diseños. Esta solución es cara, tanto en inversión como en su mantenimiento. En el presente artículo se muestra una alternativa, cubriendo exclusivamente los canales de los decantadores y desodorizando los mismos con pequeñas unidades de adsorción química, obteniéndose una eficiencia de un 90% aproximadamente, con respecto al decantador abierto. Adoptando esta solución en lugar de la cubrición total, se consigue un ahorro de un 90% en la inversión inicial y de un 75% en energía y reposición de adsorbente químico.

Abstract

Deodorization of Waste Water Treatment Plants is becoming an increasingly important need to avoid conflicts with the neighboring environment. The primary and secondary clarifiers, due to their dimensions and concentrations of stinging gases, are units that, so far, have been quite abandoned, concerning deodorization. The traditional solution is based on total coverage and deodorization of the indoor foul air, with a number of air renovations per hour between 3 to 8, depending on designs. This solution is expensive, both in terms of investment and maintenance. In the present article an alternative is shown, covering exclusively the channels of the clarifiers and deodorizing them with small units of chemical adsorption, obtaining an efficiency of approximately 90% with respect to the open decanter. By adopting this solution instead of total coverage, savings of 90% on initial investment and 75% on energy and chemical adsorbent replacement are achieved.

1. Introducción

La desodorización en las Plantas de Aguas Residuales se considera por lo general un gasto, que los explotadores intentan minimizar. Es frecuente que el crecimiento poblacional acerca las viviendas a las plantas de agua plantas, las cuales se convierten en un punto social conflictivo (Boon, 1995). La presión vecinal y de las administraciones obligan cada vez más a los explotadores de las mismas a que implementen sistemas de desodorización eficientes hasta conseguir niveles de inmisión cero (Lewkowska, Cieřlik, et al., 2016).

Para lograr una desodorización completa de una planta de aguas residuales es necesario definir las distintas etapas de la EDAR (Estación de Aguas Residuales) y adecuar cada una de ellas con el sistema que mejor se adapte para eliminar los malos olores, al menor coste posible (Karageorgos, Latos, et al., 2010).

Una de las etapas que presenta mayor dificultad para su desodorización es la de los decantadores primarios y secundarios. Cada vez es más frecuente ver cubriciones completas de los mismos, mediante cúpulas geodésicas. Además del alto coste de la infraestructura, es necesario desodorizar grandes volúmenes de aire, con concentraciones altas de gases olorosos.

La cubrición de los canales perimetrales de los decantadores y la desodorización de dicha zona se introdujo por primera vez hace 25 años en la depuradora de Achères en Paris. Esta solución se va extendiendo, aunque lentamente, tanto por el ahorro económico que representa, como por la eliminación del impacto visual de los domos que cubren estas zonas.

Hay todavía muchas reticencias a la hora de preferir esta solución más económica, por el temor de que no sea suficiente para conseguir una correcta desodorización. En el presente estudio se muestran los datos obtenidos con ambos sistemas, para dar más luz sobre las ventajas e inconvenientes de cada cual.

2. Materiales y métodos

Para la realización del presente estudio se midieron los niveles de Sulfuro de Hidrógeno, Mercaptanos, Compuestos Amoniacales y VOCs en los decantadores primarios y secundarios, utilizando los equipos que se describen a continuación. Tras observar en las primeras cinco depuradoras, que el único gas que se pudo cuantificar fue el Sulfuro de Hidrógeno, dado que la concentración de los demás gases estaba por debajo del umbral de detección de los equipos, se continuó el estudio exclusivamente con medidores de Sulfuro de Hidrógeno, tanto propios, como de los explotadores de las EDARs donde habían instaladas estos tipos de soluciones (Gostelow, Parsons, & Stuetz, 2001).

Los rangos de medidas tan amplios que se obtuvieron, no solo comparando distintas depuradoras, sino incluso en un mismo decantador, dependiendo de la época del año y de la hora del día, hace pensar que la ventaja de la inmediatez del resultado que se consigue con un medidor de Sulfuro de Hidrógeno puede ser más importante que la globalidad obtenida de los olores, utilizando unidades de olor. Un medidor de H₂S nos permite obtener una medición en continuo, observando picos de concentraciones, que se pueden relacionar con la velocidad y dirección del viento. Con el método olfatométrico no es posible hacer este tipo de estudios, en tanto detalle. La utilización de medidores de

H₂S también permite hacer una valoración económica del adsorbente químico necesario para abatir los olores, dado que junto al caudal de aspiración, nos dará la cantidad de gas que se emite y por consiguiente, los Kg de reactivo necesario para eliminar dichos gases. En la Bibliografía se encuentran estudios de las unidades de olor medidos en decantadores abiertos, observando también este amplio rango de medidas. Esto no obvia, que una vez comprobado el resultado de esta alternativa, en un próximo estudio se realicen mediciones de las UO, para medir el impacto real medio en el entorno de la etapa de decantación.

Los equipos propios utilizados para el estudio han sido los siguientes:

- Medidor de Sulfuro de Hidrógeno marca Industrial Scientific, modelo GasBadge Pro con rango 0,5 – 400 ppm
- Medidor de gases Dräger modelo CMS, para uso con chips multigas
- Chips CMS medidor de Mercaptanos con rango 0,25 – 6 ppm
- Chips CMS medidor de Amoniaco con rango 0,2 – 0,5 ppm
- Tubos colorimétricos Dräger medidor Polytest para VOCs
- Tubos colorimétricos Dräger medidor de Mercaptanos con rango 0,5 – 5 ppm
- Bomba Dräger Accuro para tubos colorimétricos
- Medidor Multifunción Testo 435-2
- Sonda molinete Ø16mm para Testo, rango 0,6 – 40 m/s

3. Resultados y discusión

Los decantadores son balsas, generalmente circulares en las que el agua de la depuradora, a la que ya se han eliminado los sólidos, arenas y grasas, en la fase de pretratamiento, se introduce por la parte central, junto a electrolitos en forma continua, Con un alto tiempo de residencia del agua, se provoca que la parte sólida (coadyuvada por la aglomeración que produce el polielectrolito) decante en forma de lodos en su parte inferior y el agua clarificada se recoge por un rebosadero perimetral.

Dado, que hasta entonces, el agua solo ha sufrido tratamientos mecánicos para eliminar sólidos, los gases disueltos en el agua permanecen en ella, liberándose según su equilibrio termodinámico (McMahon, 2010). Según las leyes de la mecánica de fluidos, la Temperatura, Presión y la turbulencia del agua, son unos de los factores que afectan a la solubilidad de un gas en un líquido (R.D. Blevins, 1984):

$$C_g = f(C_l, v^2, T, 1/P)$$

C_g = Concentración del gas en la interfase gaseosa

C_l = Concentración del gas disuelta en el líquido

T = Temperatura

P = Presión

v = velocidad del líquido

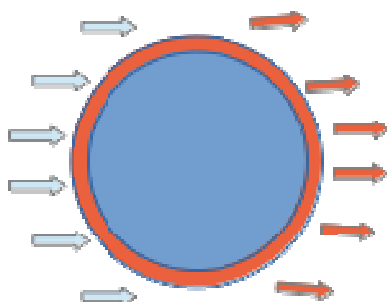
En los decantadores existen dos partes bien diferenciadas: a) La balsa, donde el agua se mueve en régimen laminar y b) el canal, donde el rebosadero, que produce una cascada de caída de agua y la circulación del agua por el canal están en régimen turbulento (v^2 es mayor). Por eso cabe esperar que donde se generan más olores es justo en el canal perimetral. (ver tabla 1)

La dispersión de los olores, será en función de la intensidad y dirección del viento, con un punto de emisión igual al diámetro del decantador.

El otro factor importante en la producción de olores es la temperatura (Yongsiri, Vollertsen, et al., 2004)

En la tabla 2 se puede observar los datos tomados en 4 decantadores en Polonia, donde se tomaron las UO medias en distintos meses del año. (Sowka, Sobczynski, & Miller, 2015)

Fig. 1 Difusión olores en decantador



Las tomas de muestras, en las EDAR se realizaron antes y después de efectuar los cerramientos. Siempre se tomaron los datos cerca del mediodía, aunque en épocas distintas del año. Durante las tomas se observó, en todos los casos, oscilaciones elevadas en las medidas instantáneas de las concentraciones de H_2S . Los datos medios tomados se compararon con los recopilados por el propio personal de la EDAR, en los casos que se disponía de los mismos, para confirmar su coherencia. Las variaciones de dichos datos en días consecutivos o incluso durante el mismo día, también eran importantes. El tipo de agua de entrada en la EDAR, vientos, presión atmosférica, o el propio proceso de la depuradora parecen afectar a dichas concentraciones, en una forma que se escapa a dicho estudio, en donde no se pretende realizar un estudio estadístico multivariable, ni a una simulación numérica del proceso. Por ello, los datos reflejados en el presente estudio, dadas las variaciones observadas, se tienen que tomar como válidos dentro de su orden de magnitud, más que como su valor discreto.

Tabla 1. Concentraciones de gases en ppm(v) medidas en el rebosadero y en la superficie de la balsa, en decantadores abiertos

Decantador	Canal			Balsa		
	H_2S	Mercaptanos	Amoniaco	H_2S	Mercaptanos	Amoniaco
Dec 1 (E-1)	3,5	< 0,5	-	< 0,5	< 0,5	-
Dec 2 (E-1)	2,2	< 0,25	< 0,2	< 0,5	< 0,25	< 0,2
Dec 3 (E-2)	5,4	< 0,25	< 0,2	< 0,5	< 0,25	< 0,2
Dec 4 (E-3)	10,3	< 0,5	-	0,7	< 0,5	-
Dec 5 (E-2)	0,6	< 0,25	< 0,2	< 0,5	< 0,25	< 0,2

E-1 y E-2 corresponden a dos EDAR situadas en Andalucía (España)

E-3 Corresponde a EDAR situada en Islas Canarias (España)

Tabla 2. Medición de la concentración de olor de un decantador en Polonia, según la época del año (Sowka et al., 2015)

mes	Concentración olor (UO/m^3)	Temperatura agua ($^{\circ}C$)
mayo	735	16.3
junio	717	17.2
agosto	927	20.4

octubre	1645	20.6
diciembre	871	19.7
febrero	706	16.7

Según comentado, las dos alternativas para reducir la emisión de olores son: a) La cubrición y desodorización total; b) la cubrición y desodorización exclusiva de los canales



Fig 2: ejemplo cubrición total de un decantador



Fig 3: ejemplo de cubrición de los canales de un decantador

En ambos casos se necesitan unidades de desodorización propias para cada uno de los decantadores. Considerando la relación concentración de gases y caudales requeridos, el sistema de desodorización que más se adapta a este tipo de instalaciones es la adsorción química (Mills, 1995) (Estrada, Kraakman, et al., 2011). En el presente estudio se han utilizado unidades y adsorbentes químicos suministrados por Alphachem S,L, Cada unidad de desodorización incorpora de dos a cuatro etapas de distintos adsorbentes químicos, basados en carbón activo y alúminas activadas, debidamente impregnadas (cáusticamente, permanganato potásico...), para lograr eliminar toda la gama de olores. A continuación, se presentan las tablas con los rendimientos de eliminación de Sulfuro de Hidrógeno, en ambas soluciones técnicas:

Tabla 3. Medición de la concentración de H_2S y caudales en decantadores con solo el canal cubierto

Decantador	Concentración dentro Canal (ppm _v)	Concentración salida unidad (ppm _v)	Concentración a 2 m del dec. (ppm _v)	Caudal Ventilador (m ³ /hr)
Dec 1 (E-1)	38,3	< 0,5	< 0,5	Vent. parado
Dec 2 (E-1)	35,4	< 0,5	< 0,5	Vent. parado
Dec 3 (E-2)	82,6	< 0,5	< 0,5	310
Dec 5 (E-2)	12,2	< 0,5	< 0,5	306
Dec 7 (E-4)	28,4	< 0,5	< 0,5	Vent. parado

E-1 y E-2 son depuradoras en Andalucía (España)

E-4 es una depuradora en Cataluña (España)

Tabla 4. Medición de las concentraciones de H₂S y caudales en decantadores totalmente cubiertos

Decantador (prim= primario) (sec=secundario)	Concentración interior domo (ppm _v)	Concentración salida unidad (ppm _v)	Concentración salida unidad tras 4 meses (ppm _v)	Concentración a 2 m del dec. (ppm _v)	Caudal Ventilador (m ³ /hr)
Dec 4*(prim)	58,3	< 0,5	2,4	< 0,5	8500
Dec 6 (sec.)	8,4	< 0,5	1,8	< 0,5	12000
Dec 8 (sec)	5,2	< 0,5	4,6	< 0,5	12000

*Posteriormente a las mediciones se tuvo que dosificar Cloruro Férrico, para disminuir la concentración de H₂S en el interior del domo, por debajo de 10 ppm_v, para la seguridad de los operarios

Todos los datos tomados en una depuradora de las Islas Canarias (España)

Con respecto a los costes de instalación y mantenimiento, en la tabla 5 se pueden observar las diferencias entre ambas soluciones técnicas.

Tabla 5. Coste de Inversión y de Mantenimiento anual para cada solución planteada, considerando un decantador de 45 m de Ø

Solución	Coste cubrición (USD)	Coste Unidad e inst.(USD)	Total Inversión (USD)	Gasto energía/año (Vent. 15 kW) (USD)	Gasto Adsorbente (USD)	Total Gasto anual mantenimiento (USD)
Cubrición total	85.000	55.000	140.000	14.000	28.800	42.000
Cubrición* Canales	8.000	6.500	14.500	0 – 723.00	1.500 – 3.000	Max. 3.723

*Los costes de mantenimiento varían en función si se mantiene el ventilador en marcha o parado

4. Conclusiones

La cubrición total de un decantador provoca un aumento considerable de la temperatura dentro del cerramiento, aumentando la desorción de gases de la fase líquida y difundirla por todo el volumen de la cubrición. Dado los altos volúmenes de los domos, las ingenierías tienden a reducir al máximo las renovaciones. Pese a ello, es habitual hablar de caudales por decantador entre 8.000 y 40.000 m³/hr, con concentraciones dentro de los mismos, que, en Sulfuro de Hidrógeno, difícilmente bajan de las 5 ppm. El impacto olfativo que ocurre cuando el adsorbente químico empieza a agotarse es incluso superior a dejar el Decantador totalmente abierto. En caso de parar la desodorización, las concentraciones de H₂S que se alcanzan en su interior, superan las 25 ppm, lo que dificulta la entrada de personal dentro del cerramiento. La gran ventaja de este sistema es que cuando el adsorbente químico está en óptimas condiciones, la emisión de olores es prácticamente nula.

La cubrición exclusiva de los canales de los decantadores y su desodorización con pequeñas unidades de adsorción química, permite bajar drásticamente el impacto olfativo

de esta etapa de la EDAR, incluso manteniendo sus ventiladores parados (para ponerlos en marcha, exclusivamente en momentos de mantenimiento de los canales) (J.L.Recaj, J.Balfagon, 2017). Los caudales de 300 m³/hr típicos, con los que trabajan estas unidades, (en caso de que se mantengan en marcha), consiguen que el impacto olfativo, incluso con el adsorbente químico agotado, sea muy bajo. La cubrición de los canales también evita la formación de algas en la zona del rebosadero, al quedar resguardados de la luz, por lo que disminuye la necesidad de limpieza y mantenimiento de dicha parte del equipo.

Por todo ello, consideramos que la solución más conveniente es la de cubrir y desodorizar exclusivamente los canales y en caso que todavía haya unos niveles de emisión no aceptables, continuar con la cubrición del total de la instalación con domos. Pero en este caso, dado que el 90% está ya desodorizado, se podrá trabajar a mayor caudal y con unas concentraciones muy bajas, lo que provocará un ahorro en adsorbente químico, que amortizará la cubrición del canal en aproximadamente dos años.

5. Referencias

Artículos en revistas:

Boon, A. G. (1995). Septicity in sewers: Causes, consequences and containment. *Water Science and Technology*, 31(7), 237-253. doi:10.1016/0273-1223(95)00341-J

Estrada, J. M., Kraakman, N. J. R. B., Muñoz, R., & Lebrero, R. (2011). A comparative analysis of odour treatment technologies in wastewater treatment plants. *Environmental Science and Technology*, 45(3), 1100-1106. doi:10.1021/es103478j

Gostelow, P., Parsons, S. A., & Stuetz, R. M. (2001). *Odour measurements for sewage treatment works* doi://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00313-4

Karageorgos, P., Latos, M., Kotsifaki, C., Lazaridis, M., & Kalogerakis, N. (2010). Treatment of unpleasant odors in municipal wastewater treatment plants. *Water Science and Technology*, 61(10), 2635-2644. doi:10.2166/wst.2010.211

Lewkowska, P., Cieřlik, B., Dymerski, T., Konieczka, P., & Namieřnik, J. (2016). *Characteristics of odors emitted from municipal wastewater treatment plant and methods for their identification and deodorization techniques* doi://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.030

McMahon, J. (2010). *Wastewater: Odour control in an open aeration basin* doi://doi.org/10.1016/S0015-1882(10)70168-3

Mills, B. (1995). Review of methods of odour control. *Filtration and Separation*, 32(2), 147-152. doi:10.1016/S0015-1882(97)84038-4

Sowka, I., Sobczynski, P., & Miller, U. (2015). Impact of seasonal variation of odour emission from passive area sources on odour impact range of selected WWTP. *Rocznik Ochrona Srodowiska*, 17, 1339-1349.

Yongsiri, C., Vollertsen, J., & Hvitved-Jacobsen, T. (2004). Effect of temperature on air-water transfer of hydrogen sulfide. *Journal of Environmental Engineering*, 130(1), 104-109. doi:1(104)

Libros:

R.D. Blevins. (1984). *Applied fluid dynamics handbook*

Comunicaciones en Simposios o Jornadas:

Recaj J.L. y Balfagón J., 2017, *Desodorización Pasiva de espacios confinados en Estaciones Depuradoras De Aguas Residuales*, IV Conferencia Internacional sobre gestión de Olores y COVs en el Medio Ambiente, Valladolid, España, www.olores.org

https://www.olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=698:desodorizacion-pasiva-de-espacios-confinados-en-estaciones-depuradoras-de-aguas-residuales&catid=90:reduccion-de-olores&lang=es&Itemid=608

Recaj, J.L., 2018, *Adsorción en medio seco, carbones activados y alúminas activadas*. Jornada Técnica: Prevención y control de olores en los sistemas de saneamiento, Consorcio Besós Tordera

<http://besos-tordera.cat/blog/mes-de-200-professionals-del-sanejament-de-les-aigues-residuals-es-donen-cita-a-jornadaolores2018/>