

Desodorización. Módulo Gestión de Aguas Residuales y Reutilización

Índice

Máster en Ingeniería y Gestión del Agua

2016

PROFESOR

Jaime La Iglesia Gandarillas

Para ver esta publicación, debe estar registrado en Creative Commons.

Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	CONFINAMIENTO	3
3.	DATOS DE PARTIDA	4
4.	CLASIFICACION DE ZONAS	9
	4.1 Zonas altamente contaminadas sin acceso de personal.....	9
	4.2 Zonas contaminadas con acceso de personal	10
	4.3 Zonas a mantener sin contaminación	11
5.	METODOLOGIA.....	11
	5.1 Determinar el caudal de aire a tratar	12
	5.2 Determinar el caudal de aire para evitar el efecto “lluvia”	12
	5.3 Determinar el número de unidades del sistema de tratamiento de aire.....	13
	5.4 Determinar la altura de la chimenea. Modelo ISC-tipo Gaussiano.....	14
	5.5 Teoría de las renovaciones	17
6.	SISTEMAS DE TRATAMIENTO	18
7.	DESODORIZACIÓN POR LAVADO QUÍMICO	18
8.	DESODORIZACIÓN POR CARBÓN ACTIVO.....	20
9.	DESODORIZACIÓN BIOLÓGICA.....	26
10.	CANALIZACIONES, ASPIRACIÓN DE AIRE	30
11.	CONCLUSIONES.....	32
12.	BIBLIOGRAFIA.....	33
13.	ANEXO Nº1	34

1. INTRODUCCIÓN

Los olores producidos en las estaciones depuradoras provienen de los gases disueltos en las propias aguas residuales, o producidos por transformaciones que se producen en el proceso de tratamiento.

Los olores se hacen más intensos cuando se originan movimientos bruscos que provocan turbulencia (bombeos, vertederos, resaltos de agua, etc.) y por un aumento de temperatura.

Para evitar esta situación desagradable en el medio de trabajo y las zonas colindantes se realizan una serie de operaciones que pasamos a describir:

- Confinamiento de las fuentes de olor mediante la instalación de coberturas lo más próximas al agua, a veces se suele llamar primera piel.
- Aspiración del aire viciado creando una depresión en las zonas confinadas, evitando la salida de olor al exterior, y llevando el aire sucio a la zona de tratamiento.
- Eliminación del aire viciado mediante un tratamiento adecuado. Los más utilizados son desodorización por vía química, carbón activo y biológica.
- Una vez que el aire ha sido tratado, y debido a que los tratamientos no son 100% eficaces, se realiza una dispersión de este aire a través de chimeneas que lo diluyen al exterior.

2. CONFINAMIENTO

En una EDAR, lo ideal es realizar un confinamiento de las zonas productoras de olor, fundamentalmente de las láminas de agua y a continuación realizar un cubrimiento de la zona mediante un edificio. Generalmente las zonas que irán en edificio o con una cubierta a modo de primera piel son:

- Obra de llegada, pozo de gruesos
- Reja de gruesos, finos, tamices
- Desarenado-desengrasado
- Decantadores primarios
- Zonas anaerobias y anóxicas del biológico

- Vertedero de clarificadores
- Espesadores de fangos
- Tratamiento de fangos primarios
- Depósitos tampón
- Digestión de fangos
- Postespesadores
- Secado de fangos.

Las zonas de digestión y biogás, si bien estarán en depósitos confinados, hay que intentar que estén al aire, con el fin de evitar zonas atex (atmósfera explosivas) de difícil tratamiento.

3. DATOS DE PARTIDA

Para diseñar un sistema de desodorización de una E.D.A.R se propone partir de los siguientes supuestos:

- 1) Tomar como producción de olores los valores propuestos en la tabla 1 siguiente:

ZONAS PRODUCTORAS DE OLOR	Baja*	Media*	Elevada*
Pozo de Gruesos	100.000	150.000	300.000
Elevación de agua	100.000	150.000	300.000
Canales de Desbaste	100.000	150.000	300.000
Zona contenedores	300.000	450.000	900.000
Desarenado	12.500	18.750	37.500
Canal de alimentación a decantación	75.000	125.000	275.000
Decantación primaria	50.000	100.000	250.000

ZONAS PRODUCTORAS DE OLOR	Baja*	Media*	Elevada*
Canal de alimentación a biológico	5.000	10.000	25.000
Balsas Biológicas Zonas no aireadas	5.000	10.000	25.000
Balsas Biológicas zonas aireadas	2.500	5.000	12.500
Decantador secundario	3.750	7.500	18.750
Canal de agua de salida	2.500	5.000	12.500
Tamices de fangos	300.000	450.000	600.000
Espesadores de gravedad	300.000	450.000	600.000
Espesadores de flotación	2.500	5.000	12.500
Postespesadores	300.000	350.000	450.000
Secado de fangos	300.000	350.000	450.000
Tolva de fangos	80.000	100.000	150.000

Tabla 1. *UOE (Unidades olfatómicas)/m²/h. Datos obtenidos de diferentes estudios olfatómicos en varias plantas de depuración de aguas residuales. Evidentemente es necesario, una vez puesta en marcha la E.D.A.R., que se hagan mediciones periódicas (aconsejable semestralmente, mínimo una vez al año) de la producción de olores, para verificar que esta producción es inferior a la prevista y que el sistema de tratamiento de aire garantiza en el entorno las condiciones deseadas de acuerdo al Plan de Calidad y el de mantenimiento y explotación de la Planta.

- 2) Establecer el nivel de 5 UOE/m³ percentil 98 recomendado en el borrador de la IPPC denominado “Horizontal Guidance for Odour”, documento borrador de la CEE, que garantiza que las molestias al entorno no son apreciables.
- 3) Establecer como máxima concentración de olores, a la entrada del sistema de tratamiento elegido, no más de 5.000 UOE/m³, a veces 1.000 UOE/m³

- 4) Establecer como rendimiento medio del sistema de desodorización el 95 % en la reducción de las unidades olfatómicas.
- 5) Establecer la altura de la chimenea para una salida de aire desodorizado con 250 UOE/m³. La dispersión lo convierte en menos de 5 UOE/m³.
- 6) Establecer como máxima concentración de olores en el interior de recintos de la E.D.A.R.:
 - a. Sin presencia de operarios 50.000 UOE/m³
 - b. Con presencia esporádica de operarios 10.000-5.000 UOE/m³
 - c. Con presencia continuada de operarios 5.000-1.000 UOE/m³.

Con valores de entrada en el sistema de tratamiento del aire próximos a 5.000 UOE/m³ y con un rendimiento del proceso del 95% se consigue una eliminación de hasta 250 UOE/m³. Con una altura adecuada de la chimenea se consigue una dispersión con niveles inferiores a 10 UOE/m³. miento del aire próximos a 5.000 UOE/m³ se debe poder garantizar que, el rendimiento del mismo, esté por encima del 95

La altura de la chimenea depende de la cantidad de unidades olfatómicas y de las condiciones climáticas y topográficas de la zona (vientos predominantes, zonas de valle o montaña), por lo que son relevantes tanto el caudal de salida como la concentración en UOE/m³.

En zonas sin la presencia de operarios (espesadores de gravedad, postespesadores, etc.) se puede alcanzar concentraciones mas elevadas, por encima de los 50.000 UOE/m³, siempre y cuando cualquier fallo del sistema de desodorización no lleve este aire contaminado a recintos cerrados donde pueda haber presencia de operarios.

Con 1.000 UOE/m³ es posible asegurar que el nivel de confort de los operarios no se verá afectado en cuanto a los olores presentes en la sala y no deberán de adoptar medidas protectoras de ningún tipo.

Con 10.000 UOE/m³ es muy probable que no se superen los umbrales de exposición máximos permitidos por la legislación vigente, expuestos a continuación en la Tabla 2. No obstante las condiciones de confort, en cuanto a olores, no serán las más adecuadas posibles y, es muy probable, que se requiera el uso de protecciones individuales para poder entrar en esas zonas.

Compuestos olorosos	mg/m ³	ppm
Sulfuro de hidrógeno (SH ₂)	14	10
Amoniaco (NH ₃)	18	25
Metilmercaptanos (CH ₃ SH)	1	0,5
Metilaminas (CH ₃ NH ₂)	12	10

Tabla 2. Umbral de exposición (mg/metro cúbico y ppm concentración en ml/m³)

Estos valores límites ambientales (VLA) de la tabla 2 son de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Se habla de la mayoría y no de la totalidad puesto que, debido a la amplitud de las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, basadas tanto en factores genéticos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA, e incluso resultar afectados más gravemente, sea por empeoramiento de una condición previa o desarrollando una patología laboral.

Los VLA se establecen teniendo en cuenta la información disponible, procedente de la analogía físico-química de los agentes químicos, de los estudios de experimentación animal y humana, de los estudios epidemiológicos y de la experiencia industrial.

Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores. Cuando uno de estos agentes se puede absorber por vía cutánea, sea por la manipulación directa (sólido, líquido) del mismo, sea a través del contacto de los gases, vapores y nieblas con las partes desprotegidas de la piel y cuya aportación puede resultar significativa al contenido corporal total del trabajador, la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global. En este caso los agentes aparecen señalados en la lista con la notación “vía dérmica”. Esta llamada advierte, por una parte, de que la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para

cuantificar la exposición global y, por otra, de la necesidad de adoptar medidas para prevenir la absorción dérmica.

El valor límite para los gases y vapores se establece originalmente en ml/m³ (ppm), valor independiente de las variables de temperatura y presión atmosférica, pudiendo también expresarse en mg/m³ para una temperatura de 20° C y una presión de 101,3 kPa, valor que depende de las citadas variables. La conversión de ppm a mg/m³ se efectúa utilizando la siguiente ecuación:

$$VLA \text{ en } mg / m^3 = \frac{(VLA \text{ en } ppm) \cdot (\text{peso molecular del agente químico en gramos})}{24,04 \text{ l}}$$

Siendo 24,04 el volumen molar en litros en tales condiciones estándar.

El valor límite para la materia particulada no fibrosa se expresa en mg/m³ o submúltiplos y el de fibras, en fibras/m³ o fibras /cm³, en ambos casos para las condiciones reales de temperatura y presión atmosférica del puesto de trabajo. Esto significa que las concentraciones medidas en estas unidades, en cualquiera de las condiciones de presión y temperatura, no requieren ninguna corrección para ser comparadas con los valores límites aplicables.

En ausencia de cualquier otra indicación los valores límite se refieren a la fracción inhalable.¹

Los compuestos olorosos suelen identificarse con el siguiente tipo de olor:

Compuestos olorosos	Tipo de olor
Aminas	A pescado
Amoniaco	Amoniacal
Diaminas	Carne descompuesta
Sulfuro de hidrógeno	Huevos podridos
Mercaptanos	Coles Descompuestas

¹ UNE-EN 481. Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.

Compuestos olorosos	Tipo de olor
Sulfuros orgánicos	Coles podridas
Escatol	Materia Fecal

Independientemente del nivel de olores establecidos para cada zona, se considera necesario disponer de equipos de medida de SH₂ y de ausencia de oxígeno (con alarmas incluidas) en todas aquellas zonas en las que pueda entrar el personal operador máxime si la zona se ha catalogado como espacio confinado.

4. CLASIFICACION DE ZONAS

En las E.D.A.R. es necesario catalogar las zonas con objeto de establecer las condiciones exigibles a las mismas y que sean compatibles con el objeto que se persigue. Inicialmente las zonas de una E.D.A.R. se clasifican, en función de su nivel de olores, en:

- Zonas altamente contaminadas sin acceso de personal
- Zonas contaminadas con acceso de personal
- Zonas a mantener sin contaminación

Como resumen se puede establecer que se tratará el aire de las dos primeras zonas, intentando que en ellas se trabaje en depresión (menos aire en el interior respecto al exterior) con el objetivo de no contaminar las zonas limpias.

Las zonas muy contaminadas se tapan con una primera piel a base de hormigón, placas de PRFV, tela sintética tipo geotextil, etc.

4.1 Zonas altamente contaminadas sin acceso de personal

Son aquellas zonas en la que no se prevé la presencia de personal y que presentan un elevado índice de contaminación (por ejemplo las láminas de agua con una cubierta como primera piel) y que, para evitar escapes, se encuentran en depresión con valores del orden de -10 mm.c.a.

Debido a que no hay personal en su interior los caudales a extraer dependerán de otros factores tales como la evaporación producida, admitiéndose valores de hasta 50.000 UOE/m³, salvo en

aquellos casos en los que un fallo en el sistema de extracción de aire, pueda contaminar otras zonas con acceso de personal, en cuyo caso, se recomienda que el nivel de contaminación no supere las 10.000 UOE/m³. Si la presencia de los operarios es constante (80 % de la jornada laboral) se recomienda mantener la concentración por debajo de las 1.000 UOE/m³.

En estas zonas, cuando se realicen operaciones singulares de mantenimiento en las que sea necesaria la presencia de personal, se dispondrá de un sistema de ventilación que garantice las condiciones de seguridad necesarias para la realización de los trabajos.

4.2 Zonas contaminadas con acceso de personal

Son aquellas zonas en la que se prevé la presencia de personal y que presentan un índice de contaminación alto e inevitable (por ejemplo deshidratación mecánica de fangos, desarenadores, decantadores etc.) que también se encuentran en depresión con valores del orden de -5 mm.c.a.

Debido a que hay personal en su interior los caudales a extraer son más exigentes para evitar que se alcancen concentraciones de sustancias que puedan ser perjudiciales para la salud de las personas. Como factor de seguridad, que generalmente garantiza la ausencia de sustancias en concentraciones peligrosas, se recomienda que el nivel de contaminación no supere las 5.000 UOE/m³. Si la presencia de los operarios es constante (80 % de la jornada laboral) se recomienda mantener la concentración por debajo de las 1.000 UOE/m³.

Además se deberán de adoptar medidas complementarias como la instalación de detectores de SH₂ y de ausencia de oxígeno que pueden poner en automático la máxima capacidad de extracción de la zona, pongan en marcha una alarma sonora y acústica que avise a los trabajadores para evitar que entren en la misma, mientras se mantengan las condiciones de peligro.

En este tipo de zonas, especialmente las que tengan lámina de agua, la evaporación puede condicionar los volúmenes de aire a extraer, y, por tanto, a tratar en el sistema de desodorización, recomendándose no superar valores de humedad relativa por encima de 65 % para evitar el efecto “lluvia” en el interior como consecuencia de la temperatura de rocío.

A más temperatura más cantidad de agua admite el aire. Si una cantidad de aire determinada tiene la mitad de agua de la que puede tener decimos que está con un 50% de humedad relativa. La humedad relativa (H.R.) se define como el porcentaje (%) de vapor de agua que tiene una masa de aire en un momento determinado. Es la relación entre la humedad que tiene, y la máxima que podría tener a esa temperatura. La humedad absoluta (H.A.) es cantidad de vapor agua que contiene 1 metro cúbico de aire a una temperatura determinada. La H.A. se expresa en gramos de

agua por metro cúbico de aire seco (g/m³). Normalmente no hay más de 12 g /m³, pero en las zonas tropicales puede llegar a 40 g /m³. La humedad de saturación (H.S.) es la máxima cantidad de vapor agua que admite un metro cúbico de aire a una determinada temperatura.

Por lo tanto:

Humedad relativa / 100 = gramos de agua que contiene / cantidad máxima de agua en gramos

Humedad relativa = humedad absoluta. 100 / humedad de saturación

En el caso de que el volumen de aire necesario para evitar el efecto “lluvia” sea muy elevado se podría disponer de una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) o de calefacción que acondicione el aire en el interior de la zona y, con ello evitar diseñar un sistema de desodorización para caudales tan elevados y con bajas concentraciones de UOE/m³.

4.3 Zonas a mantener sin contaminación

Son aquellas zonas en la que, por la presencia de personal administrativo o la existencia de equipamiento eléctrico o electrónico, es recomendable y deseable que se mantengan libres de contaminación, por lo que se mantienen con una sobrepresión (con valores entre 5 y 10 mm.c.a.) para garantizar, en todo momento, que el aire procedente de zonas contaminadas (en depresión) no pueda entrar en las mismas (pozo de gruesos, rejillas, desarenadores, etc.). Los caudales de ventilación vendrán regulados por la legislación vigente en materia de seguridad laboral y condiciones medioambientales de los centros de trabajo.

5. METODOLOGIA

Para el diseño del sistema de desodorización se plantea seguir los siguientes pasos:

- 1) Determinación del caudal de aire a tratar
- 2) Determinación del caudal de aire para evitar el efecto “lluvia”.
- 3) Determinación del sistema de tratamiento de aire
- 4) Determinación de la altura de la chimenea de salida de olores
- 5) Determinación del caudal de aire mínimo necesario a extraer

5.1 Determinar el caudal de aire a tratar

Se establece el caudal de aire a extraer y, por lo tanto a tratar de cada una de las zonas mediante la fórmula:

$$\text{Superficie lámina de agua (m}^2\text{) * Concentración (UOE/m}^2\text{/h)}$$

$$\text{Caudal de aire (m}^3\text{/h)} = \frac{\text{Superficie lámina de agua (m}^2\text{) * Concentración (UOE/m}^2\text{/h)}}{5.000 \text{ (UOE/m}^3\text{)}}$$

Con 5.000 UOE/m³ y considerando un rendimiento del 95% en las torres de desodorización, se logra una salida por la chimenea de 250 UOE/m³. Por último en función del cálculo de la altura de la chimenea y la dispersión se conseguirá llegar a la curva inodora de 5 UOE/m³ de concentración para no generar afección en el medio.

En aquellas instalaciones en las que se introduce aire por necesidades del proceso (desarenadores, zonas aireadas, etc.) se ha verificado que el caudal a tratar debe de ser superior o igual al introducido por las soplantes en las condiciones de máxima necesidad. Es decir como mínimo hay que tratar el mismo caudal que producen las soplantes.

Para evitar incrementar los caudales de aire que se envían a tratar, como consecuencia del aire aportado por las soplantes, el aire de estas zonas se puede utilizar como aire de arrastre de otras zonas más contaminadas.

Cuando los caudales de aire a tratar son muy elevados y no pueden tratarse en una sola instalación se opta por dos opciones:

- 1) Disponer de varias instalaciones de desodorización.
- 2) Disponer de una única instalación o en su caso de desodorizaciones localizadas y puntuales en determinadas zonas para reducir las unidades olfatómicas y así reducir los caudales de aire a tratar en la instalación final.

5.2 Determinar el caudal de aire para evitar el efecto "lluvia"

En general, cuando se decide desodorizar una E.D.A.R. lo mejor es disponer de una primera piel lo más hermética posible para evitar una dispersión de los olores y mejorar el confort de los operarios.

Sin embargo, existen determinadas instalaciones en una E.D.A.R. en las cuales es difícil ejecutar una primera piel hermética, fundamentalmente por tener equipos de extracción (rejas, tamicos, etc.) o disponer de puentes móviles con rasquetas, caso de los desarenadores y los decantadores con puente móvil.

Para estas instalaciones que carecen de primera piel o ésta no es lo suficientemente hermética para garantizar que la evaporación se mezcle con el aire ambiente, se estudian los caudales necesarios para evitar el efecto “lluvia”.

Para evitar este fenómeno basta con limitar la humedad relativa por debajo del 65 % y, dependiendo de las condiciones exteriores, el caudal a introducir puede ser mayor que el necesario para limitar las unidades olfatómicas por debajo del umbral de las 10.000.

En numerosas ocasiones, especialmente en invierno, es posible que no baste con introducir aire exterior para mantener la humedad relativa por debajo del 65 %, en cuyo caso se aconseja la instalación de una UTA o un sistema de calefacción para el control de la humedad relativa.

Hay que tener en cuenta que la evaporación de la lámina de agua supone, además de un aporte de humedad, una variación de la temperatura, por lo que se tiene que considerar con el aporte de aire exterior, la potencia instalada en la zona, etc. para evaluar los cambios en el ambiente de cada zona o edificio.

Para el cálculo de la evaporación se suele utilizar la fórmula de Bernier que tiene en cuenta tanto la velocidad del aire como la presión de vapor saturado y la presión parcial de vapor en el aire.

5.3 Determinar el número de unidades del sistema de tratamiento de aire

Una vez establecido tanto el caudal de aire a tratar como su nivel de contaminación (UOE/m³), se ha definido el número de unidades y la ubicación del sistema de tratamiento de aire.

Lo ideal sería que el sistema de tratamiento este unificado y que todo el aire tratado se extraiga por una sola chimenea, de tal forma que tanto los reactivos como el control se pueda centralizar lo máximo posible, mediante un número de unidades que permitan que la capacidad máxima unitaria no sobrepase los 100.000 m³/h.

En muchas ocasiones, el tratamiento unificado exige unos desarrollos de tuberías que lo hacen inviable desde el punto de vista económico como primera inversión. En estos casos se opta por

sistemas zonales que demandan menos desarrollos de tuberías pero que obligan a disponer de Almacenamientos de Productos Químicos (APQ) duplicados (caso de optarse por la vía química húmeda) o tuberías de reactivos químicos con grandes longitudes y dos o más chimeneas de evacuación del aire desodorizado.

5.4 Determinar la altura de la chimenea. Modelo ISC-tipo Gaussiano

Una vez establecidos los caudales de aire a desodorizar y el sistema de tratamiento (unificado, disperso, con desodorizaciones parciales, etc.) se realiza un estudio de propagación de los olores para establecer la altura de la o las chimeneas de evacuación de los aires tratados.

El modelo ISC3 es un modelo de pluma de contaminación de tipo Gaussiano de estado estacionario.

Este modelo se clasifica en dos tipos:

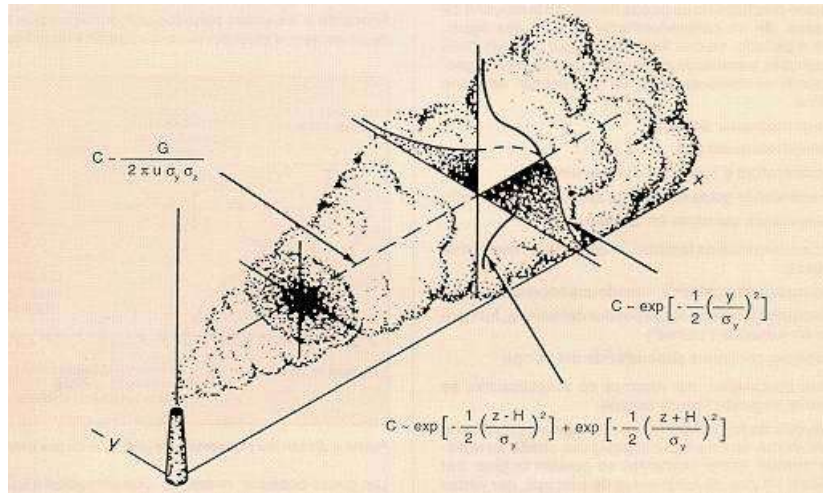
- De largo plazo (ISCLT3) para promedios anuales
- De corto plazo (ISCST3) empleado para períodos menores a un año, así como para periodos promedio.

La diferencia entre los dos modelos se encuentra principalmente en los datos meteorológicos con que se alimenta el modelo. El ISCLT3 emplea una distribución conjunta de la frecuencia de velocidad del viento, la dirección del viento y la clase de estabilidad como información meteorológica y por eso las concentraciones resultantes son promedios del sector. El ISCST3 emplea información meteorológica secuencial por horas y las concentraciones en el ambiente se basan en las informaciones actuales de un periodo de tiempo de una o varias horas y por lo tanto son más concretas. En las depuradoras se suele usar el modelo tipo ISCLT3 puesto que se buscan los resultados promedios a largo plazo.

Así por tanto, las concentraciones de inmisión producidas en el entorno por la planta depuradora de aguas residuales se calculan con ayuda del modelo ISCLT3 (Industrial Source Complex Long Term). Este modelo permite determinar el grado de molestia que puede ser esperado en el entorno de una instalación cualquiera, basándose en criterios de inmisión.

Hay diferentes modelos y programas informáticos para determinar la dispersión del aire en la atmósfera, generalmente se suele aplicar del modelo de dispersión Gaussiano. Con este modelo se

puede calcular la concentración de olor resultante en un determinado punto (x,y,z) como consecuencia de las emisiones producidas por una serie de fuentes.



Los tres términos de la ecuación gaussiana del penacho: concentración en el eje central y términos vertical y lateral

En el dibujo anterior se observa la concentración media C (x,y,z) de unidades olfatóricas por metro cúbico (uoE/m³) del punto (x,y,z) como resultado de la emisión Q de la fuente de altura H viene dada por diferentes parámetros:

- X: Distancia en el eje x, en la dirección del viento (m).
- Y: Distancia en el eje y, vertical a la dirección del viento (m).
- Z: Distancia sobre el nivel del suelo (m).
- Q: La emisión (uoE/s) de la fuente de altura H.
- H: La altura de la fuente (m).
- U: La velocidad media del aire (m/s).

σ_y: Coeficiente de difusión transversal o desviación típica de las concentraciones medias a lo largo de la perpendicular al eje del penacho en dirección horizontal.

σ_z : Coeficiente de difusión vertical o desviación típica de las concentraciones medias a lo largo de la perpendicular al eje del penacho en dirección vertical.

Los coeficientes de dispersión σ_y , σ_z son función de las condiciones atmosféricas, la altura sobre el suelo, la accidentalidad de la superficie terrestre y la distancia a la fuente. El ISCLT3 escoge el coeficiente adecuado basándose en los valores que el usuario introduce en el modelo para los diferentes parámetros. Por otra parte, hay programas informáticos que permiten estudiar la evolución de la concentración media de inmisión en un determinado punto a lo largo de períodos amplios de tiempo (por ejemplo a lo largo del año). Para ello es necesario conocer datos históricos meteorológicos, como frecuencias de distribución de las direcciones de los vientos, velocidades del viento y datos de estabilidad atmosférica (matriz de estabilidad).

Hay otros parámetros que también influyen como:

- La altura de la fuente (m).
- La emisión de la misma (uoE/h).
- El factor de accidentalidad o rugosidad de la superficie terrestre: Rural o Urbano

Los modelos suelen adaptar de acuerdo a los datos meteorológicos estadísticos que se han utilizado para la simulación de las condiciones climatológicas habituales de la zona. La concentración media para un punto situado en el suelo a una distancia x en un sector determinado se calcula considerando todas las concentraciones, en ese sector y a esa distancia, corregidas mediante los valores de estabilidad atmosférica y velocidades de vientos.

Después, mediante interpolación lineal, se conectan los puntos de los diferentes sectores de dirección de vientos para formar las líneas isodoras.

Los modelos tienen en cuenta la influencia que provocan las distintas fuentes de emisión que existen dentro de la planta, sobre la concentración de inmisión en cada uno de los puntos de los alrededores de la misma. Para ello, las fuentes son localizadas y definidas mediante sus coordenadas respecto a un sistema de coordenadas imaginario situado en una de las fuentes, y cuyo eje y coincide con la dirección Sur-Norte.

Las concentraciones de inmisión en el entorno se expresan en uoE/m³ y los resultados son representados mediante las líneas isodoras formadas por puntos de igual concentración de olor,

estableciendo para cada una de ellas el percentil para el que se define sobre un mapa de la planta y su entorno.

Para evitar errores de concepto consideramos emisión a la evacuación de sustancias contaminantes desde los focos que las emiten a la atmósfera (chimeneas, torres de ventilación, tubos de escape, etc) y la inmisión al término que asociamos con el control, estudio, medición, etc de los contaminantes una vez incorporados al aire ambiente.

La altura de la o las chimeneas será la adecuada para que, con una salida de aire con 250 UOE/m³, se cumpla el requisito de lograr un nivel de 5 UOE/m³, percentil 98 que garantiza que las molestias al entorno no son apreciables.

Para disponer de un mayor nivel de seguridad, sería deseable, si los costes económicos no son significativos, que la altura de la chimenea adoptada permitiese mantener el nivel antes descrito incluso con una salida de 500 UOE/m³.

5.5 Teoría de las renovaciones

Algunos organismos establecen para el diseño de un sistema de desodorización un número de renovaciones en cada zona de tratamiento con el objetivo de garantizar un valor bajo de emisión de olores. Para ello es necesario captar unos determinados volúmenes de aire por hora en cada uno de los recintos donde se desarrolla el proceso.

A título indicativo se refleja los parámetros empleados para el dimensionamiento de las instalaciones de desodorización en función de la zona a desodorizar y el número de renovaciones:

- Pretratamiento: 8-10 renovaciones/hora
- Balsas de homogenización: 6-8 renovaciones/hora
- Espesadores de fangos: 7-10 renovaciones/hora
- Deshidratación de fangos: 8-10 renovaciones/hora

La experiencia nos ha demostrado que este sistema no es el más adecuado y por lo tanto el diseño debemos de calcularlo en función del caudal y temperatura del aire a tratar.

6. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Para el tratamiento de las atmósferas que se generan en las diferentes zonas, se pueden considerar entre otros, los siguientes tratamientos:

- Desodorización por Lavado Químico
- Desodorización por Carbón Activo
- Desodorización Biológica

7. DESODORIZACIÓN POR LAVADO QUÍMICO

Este tipo de sistema, muy difundido en las estaciones de tratamiento de aguas presentes en España se basa en la neutralización de las materias presentes en el aire, mediante el lavado de dichos gases en torres de reacción química.

Como se puede apreciar, el aire ya captado se hace pasar por la primera torre donde se recircula constantemente una solución de Ácido sulfúrico, H_2SO_4 ó ácido clorhídrico, HCL a contracorriente de la masa de aire.

La velocidad de paso del aire a través del lecho es de aproximadamente $1,4-1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{s}$.

La reacción del reactivo con los elementos presentes en el aire se efectúa en la zona del relleno.



Relleno desodorización química

El relleno es un elemento que aporta una gran superficie específica, lo que provoca un contacto íntimo entre los gases y el reactivo facilitando así la neutralización de determinados compuestos.

A continuación el aire se pasa a una segunda torre, donde de forma similar a la anterior fase, se pulveriza una solución compuesta de Sosa, NaOH e Hipoclorito Sódico NaOCl. Con el primer reactivo se consigue llevar el pH del aire hasta una posición neutra, para facilitar así la acción del Hipoclorito sódico. Este se encarga de neutralizar el resto de gases generadores de olor.



Desodorización vía química. Cubetos reactivos a la izquierda

Para evitar el escape de gotas de reactivo en las torres, en ellas se dispone de un sistema de atrapamiento de gotas del tipo que se muestra en la siguiente figura.



Dado que la continua recirculación de los reactivos, provoca la disminución de la concentración de sustancia activa, será necesario reponer cada uno de éstos periódicamente. Gracias a la instalación de medidores REDOX en cada torre, se puede proceder a la aportación de reactivos a partir del momento de la existencia de una concentración mínima fijada.

La aportación de reactivos se efectúa a través de sendas bombas dosificadoras que se alimentan a su vez de depósitos de reactivos previstos a tal fin. Complementariamente, será necesario instalar tanto en el depósito de reactivo de cada torre (parte inferior) como en los depósitos de almacenamiento de cada reactivo, los correspondientes niveles de máximo y mínimo para la correcta gestión de las bombas.

Cabe destacar que en ocasiones, cuando se trata de niveles muy exigentes de reducción de contaminantes se suele definir este tipo de instalaciones mediante 3 torres, una para cada reactivo, actuando de manera similar a lo descrito más arriba. Obviamente este tipo de configuración posee un coste de implantación mayor que la anterior.

Dada la sencillez de la instalación, los costes de explotación se remitirán al mantenimiento electromecánico de los equipos instalados, a los trabajos propios de mantenimiento, a los costes de suministro eléctrico, y a los costes de consumo de reactivos.

Dado el bajo consumo de reactivos y el valor de adquisición relativamente reducido de los mismos, hace que este sistema sea el más indicado para instalaciones de grandes caudales de aire a tratar. Dicho sistema está especialmente indicado para plantas con unos caudales a tratar a partir de los 25.000/ 30.000 m³/h.

La desventaja de este sistema frente a otros, es el eventual riesgo que puedan correr los operarios al tratar con agentes químicos muy agresivos.

Además de dotar a los operarios de los medios de seguridad personal, para la manipulación de estos productos será necesario disponer de las correspondientes duchas lava ojos, para minimizar los efectos, sobre la salud de los operarios, de un posible accidente por escape de sustancia reactiva.

8. DESODORIZACIÓN POR CARBÓN ACTIVO

Este proceso funciona por medio de una serie de canalizaciones instaladas en los edificios cuyo aire se va a tratar, y a la depresión generada por un motoventilador, que capta el aire viciado para su envío hasta el equipo de tratamiento.

Por tanto la corriente gaseosa es impulsada gracias al ventilador a la torre de carbón activo. El caudal de gas se reparte a través de los dos lechos de carbón donde se van a retener los contaminantes causantes de los males olores. De este modo se consigue una corriente de gas limpio por la chimenea superior.



Torre de carbón activo

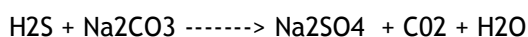
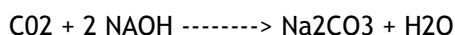
Debido a los costes de regeneración y/o sustitución del material y los costes de implantación altos de la instalación, este tipo de proceso tiene su campo de aplicación en instalaciones de hasta aproximadamente 20.000 m³/h

El material soporte en relación con el carbón, es de origen vegetal, procedente por ejemplo de la de concha del coco y el mismo estará impregnado o no de una serie de sustancias químicas que reaccionarán con los contaminantes.

El uso de un carbón activo normal eliminará de manera adecuada las sustancias con punto de ebullición por encima de 4.011 °C, pero las sustancias anteriormente mencionadas (sulfuros y aminas) quedan por debajo de él, por lo que su retención es insuficiente.

La solución a dicho problema está en el uso de carbones activados impregnados con distintos compuestos químicos, que unen a las fuerzas de adsorción la afinidad química de los distintos adsorbentes. De este modo el carbón activado aporta el área superficial y la retención se realiza por adsorción química.

En el caso de los sulfuros el método más habitual es la impregnación del carbón activo con sosa (NaOH), aunque también es posible la impregnación con hidróxido de potasio (KOH). De este modo se consigue la reacción de los sulfuros en el gas para dar sustancias que quedan retenidas sin problema en el carbón activo. De un modo general las reacciones son las siguientes:



Los mercaptanos pasarían de sulfuro orgánico a disulfuro, menos oloroso y más fácilmente adsorbible en el carbón activo.

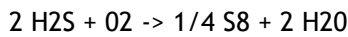
Para evitar errores de concepto definimos la adsorción como el proceso físico o químico por el cual átomos, iones o moléculas son atrapadas o retenidas en la superficie de un material y la absorción como el proceso físico o químico en el cual átomos, moléculas o iones pasan de una primera fase a otra incorporándose al volumen de la segunda fase.



El problema de esta impregnación es la disminución de la superficie disponible para la adsorción física y por tanto de retención de estos compuestos.

En el caso de tratamiento de gases con carbón activo, existe la posibilidad de someter al carbón a un tratamiento que le permita retener moléculas como el sulfuro de hidrógeno, aminas, amoniaco, etc, consistente en ligar un reactivo a la superficie del carbón que reaccione con la molécula que desea retenerse. De este modo la retención se realiza por adsorción química (quimisorción). La quimisorción implica la formación de uniones fuertes entre moléculas de adsorbato y posiciones específicas superficiales que se conocen como sitios activos

En el caso del Sulfuro de Hidrógeno se recomienda el uso del carbón que se suministrará, ya que cataliza la reacción:



En casos particulares deberían estudiarse otras posibles impregnaciones o soluciones alternativas. Como se puede observar, la elección de la impregnación y de su concentración es importante para el tratamiento correcto.

También cabe la posibilidad de una necesidad específica de eliminación de sustancias retenidas fundamentalmente por adsorción física, con lo que el carbón activo impregnado no sería adecuado.

Otro problema añadido a los carbones activados impregnados, especialmente aquellos que lo son con hidróxidos alcalinos, es la posible combustión espontánea debido a la alta reactividad de estos compuestos.

Sin embargo la precaución es únicamente crítica para la retención de disolventes orgánicos, por lo que generalmente no es necesario un control exhaustivo. Una de las posibles soluciones es la inclusión en los equipos de tomas de tierra cerca de los lechos, de modo que se prevenga cualquier posible chispa o energía de activación que provoque la combustión.

A continuación se describen las características más importantes del material

Propiedades Físico-Químicas

Capacidad de retención H ₂ S	0.22 gH ₂ S / gC
Actividad al CCl ₄	75 % (en peso, min)
Número de yodo	1.000 mg/gr

Radio medio de poro	0.78 nm
Humedad, (máx.)	4 %
Cenizas, (máx.)	4 %
Densidad aparente	0.52-0.58 gr/cm3
Resistencia mecánica	>98 %
Diámetro de pellet	3-4 mm

Se suministra el material en forma de pellets debido a que por su forma regular ofrecen una menor resistencia al paso de los fluidos.

El proceso de regeneración del carbón activo se consigue mediante la inundación de la torre con una disolución de sosa durante un tiempo determinado.

Dada la sencillez de la instalación, los costes de explotación se remitirán al mantenimiento electromecánico de los equipos instalados, a los trabajos propios de mantenimiento, a los costes de suministro eléctrico, y a los costes de conservación y mantenimiento de la sustancia adsorbente (carbón activo).

El mantenimiento electromecánico de los equipos se llevará a cabo por personal cualificado (oficiales electromecánicos), que realizarán un mantenimiento tanto correctivo como preventivo de la instalación, siguiendo el programa de engrase de equipos.

Los costes de explotación propiamente dichos se remiten al coste de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de todos y cada uno de los equipos que lo requieran. Este coste de energía depende del consumo unitario de los equipos y del coste de la propia energía.

Los costes derivados de la conservación y mantenimiento del material adsorbente se dividen principalmente en dos partes:

Coste De Regeneración Del Carbón Activo Con Sosa Cáustica

Según estudios realizados sobre el Carbón Activo para este tipo de instalaciones, y dependiendo fundamentalmente de la carga contaminante (concentración de la sustancia contaminante y caudal a tratar), el tiempo mínimo necesario para la regeneración es de seis (6) meses. A partir de esta

fecha, se debe hacer un control de eliminación de SH_2 , comprobando si, efectivamente, la instalación funciona correctamente.

Si no fuera así, habría que realizar la primera regeneración. Para la realización de dicha regeneración, se ha dotado el sistema de un depósito de reactivo regenerante (sosa cáustica al 25%), provisto de un agitador, y de una bomba de trasiego.

Para la regeneración se recomienda un lavado con sosa al 25% durante 24 horas, seguido de dos lavados con agua. Para la operación, se inunda la torre de lavado de gases con la sosa procedente del depósito, permaneciendo un tiempo mínimo de 24 horas, tras las cuales, se realiza dos o tres lavados con agua.

El lavado con agua se hace necesario, ya que de lo contrario los hidróxidos excesivos pueden bloquear los poros.

Una vez realizado el proceso, la solución de sosa no se puede reutilizar, ya que contiene compuestos de azufre y orgánicos saponificados que afectarían muy negativamente al carbón.

Las partidas a considerar en concepto de regeneración son las siguientes:

- Coste de la sosa cáustica.
- Agua: se puede considerar que se toma de la propia planta.
- Evacuación de la disolución utilizada: Será necesario evacuar la disolución utilizada en la regeneración para su posterior tratamiento.
- Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos mecánicos (bomba y agitador).

Coste de Sustitución del Carbón Activo

Hay que destacar que con el procedimiento anterior no se elimina la totalidad de los compuestos orgánicos adsorbidos por el carbón. Por lo tanto, llegará un momento en el que será necesario reactivar térmicamente el carbón. La regeneración térmica se realiza a una temperatura superior a los 700 °C y en una atmósfera de vapor de agua. Este tipo de regeneración es llevada a cabo por el fabricante de carbón activo.

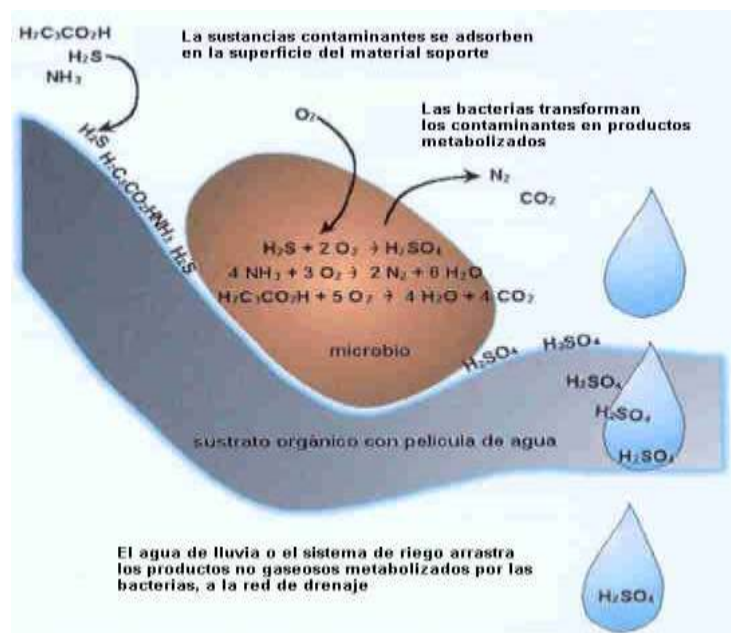
El carbón que se suministra en este tipo de instalaciones puede sufrir seis (6) regeneraciones como máximo, tras las cuales será necesaria su sustitución.

En el caso de la regeneración térmica, esta se debe realizar por el fabricante de carbón. Para este caso, las partidas a considerar en concepto de sustitución de carbón activo por uno nuevo son las siguientes:

- Coste de carbón activo
- Descarga de carbón en desuso
- Carga del nuevo carbón.
- Transporte personal.
- Puesta en marcha del sistema.

9. DESODORIZACIÓN BIOLÓGICA

En este caso la eliminación de los contaminantes presentes en el aire se consigue mediante el trabajo de unas bacterias selectivas que se desarrollan en un medio (lecho) a través del cual se hace pasar la mezcla de aire y gas.



Dado los costes de sustitución del material y los costes de implantación de la instalación, este tipo de proceso tiene su campo de aplicación en instalaciones de hasta aproximadamente 60.000 m³/h

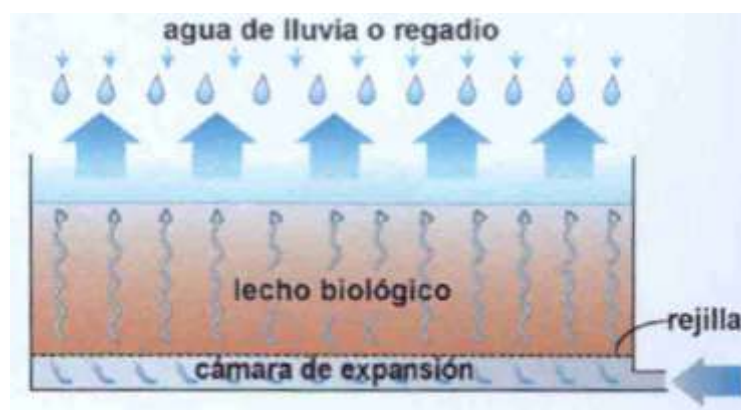
El proceso se desarrolla de la siguiente manera: el aire viciado captado en cada uno de los recintos, es enviado por un ventilador radial, hasta la cámara de acondicionamiento, donde este es humidificado para crear las condiciones de trabajo de las colonias de bacterias.



Motoventilador

Por lo general este acondicionamiento se consigue en una torre, donde se dispersa agua tratada de la misma planta.

Después de ser acondicionado el gas se hace pasar a la cámara de distribución del falso fondo del filtro para posteriormente pasar a la biomasa donde será tratado.



Esquema funcionamiento desodorización biológica

El material empleado (biomasa) es un compuesto de fibras de turba y acumulación de diferentes fibras de soporte estabilizadoras, que desintegran biológicamente las materias fétidas, las cuales serán transformadas en productos inofensivos como S sustancia celular +CO₂+H₂O.

En el caso de pequeñas instalaciones la biomasa se aloja en unas torres plásticas dimensionadas a tal fin, similares a las empleadas para la desodorización por carbón activo.

Cuando se trata de instalaciones con caudales de cierta entidad, el diseño del biofiltro se efectúa tomando como base un depósito rectangular abierto por su parte superior. La biomasa contenida en el filtro, esta colocada sobre un emparrillado de material plástico, por donde pasa la corriente de aire a tratar.



Soporte filtro biológico

Es importante mencionar que dada la compresibilidad del material de la biomasa, la altura de este en el filtro estará acotada a una altura máxima de 1,5 m. El aire una vez ha pasado por la biomasa pasa a la atmósfera ya despojada de la mayoría de los contaminantes.

MAGUA
Desodorización. Módulo Aguas

Filtro biológico

El sistema mencionado está construido para la obtención de un rendimiento en la depuración del aire de un 95-98 %. Así queda garantizada la percepción de componentes odorantes en un valor menor a 250 unidades olfatométricas.

Se debe destacar que la pérdida de presión a través de todo el sistema de filtración asciende a un promedio de 550 Pa, lo cual conduce a un consumo de energía extremadamente bajo.

Para generar un ambiente propicio para la degradación bacteriana, así como para generar el arrastre de las sustancias derivadas es necesario efectuar un rociado superficial de la biomasa con agua con Ph neutro. El agua y los subproductos recogidos en la parte inferior del filtro son enviados a cabecera de planta para su tratamiento.

Como comentario general se debe decir que la biomasa, con el paso del tiempo se va consolidando, disminuyendo así su capacidad de contener población bacteriana por un lado, y creando caminos preferentes para el paso del gas, aumentando así su velocidad de paso y reduciendo por tanto el rendimiento del tratamiento.



Adecuación de un filtro biológico

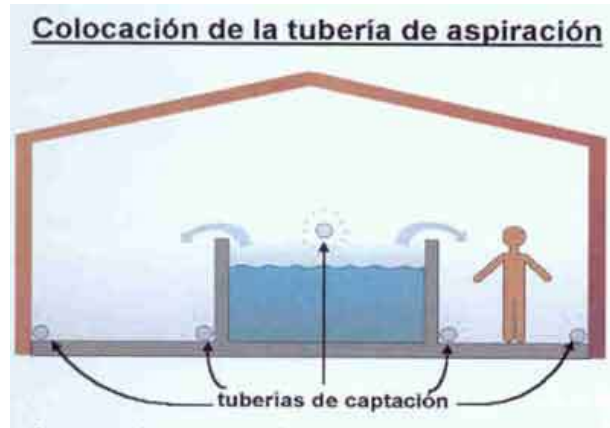
Por tanto periódicamente es necesario efectuar un recambio de la biomasa, aprovechando dicha operación para el esponjamiento de la existente.

Otro detalle a tener presente es que para instalaciones de cierta importancia, se emplean sistemas abiertos, donde la biomasa está en contacto con la atmósfera, generándose así riesgos de incendio, dada la alta inflamabilidad del material.

En cuanto a los costes de explotación se trata una vez más de una instalación sumamente sencilla, donde los costes de explotación se circunscribirán al mantenimiento electromecánico de los equipos instalados, y a los trabajos propios de mantenimiento y costes derivados de la sustitución de la biomasa y energéticos.

10. CANALIZACIONES, ASPIRACIÓN DE AIRE

Dadas las diferentes densidades de los gases presentes en el tratamiento de aguas, se deberá definir tanto una red superior como inferior de canalizaciones de captación.



Sistemas de captación de aire

Las conducciones de captación de gases y olores, para este tipo de estaciones de tratamiento de aguas, están construidas en materiales plásticos o en su defecto en chapa de acero inoxidable o aluminio.

En el caso de materiales plásticos, el más utilizado es el polipropileno, dada la facilidad para efectuar uniones soldadas. Las mismas se dimensionan para poder conseguir unas velocidades de paso de entre 10 y 15 m/seg., generándose pequeñas pérdidas permitiendo tener toda la red en depresión.

En lo que se refiere a las rejillas de captación, las mismas se suelen dimensionar para obtener unas velocidades de paso reducidas. En las zonas tapadas o cerradas, la captación del aire se realiza mediante aberturas en la cubierta por medio de tubos. Cuando son edificios el aire se extrae mediante registros en las paredes unidos a las tuberías de transporte de aire contaminado.

11. CONCLUSIONES

En un sistema de tratamiento de olores se tendría que tener en cuenta lo siguiente:

- 1) Dejar el espacio necesario para, en el futuro, poder instalar en todas las zonas, desodorizaciones locales de emergencia bien mediante equipos de desodorización propiamente dichos o mediante la posibilidad de proyectar aerosoles de aceites vegetales.
- 2) Prever la posibilidad de retornar al colector de aguas residuales de entrada de parte de los olores generados en las zonas de obra de llegada y desarenadores.
- 3) Diseñar la red de tuberías con velocidades en el entorno a los 10 m/sg para poder incrementar esas velocidades en caso de urgencia por aumento de la contaminación.
- 4) Dotar a los extractores y ventiladores locales (si se dispone de ellos) del sistema de suficiente potencia para poder trabajar con velocidades mayores de 15 m/sg en los conductos.
- 5) Prever la posibilidad de, en el futuro, poder enviar aire de zonas menos contaminadas a zonas más contaminadas.

- 6) Dotar a los extractores y ventiladores principales del sistema de desodorización de variadores de frecuencia
- 7) Dejar espacio necesario para, en el futuro, poder ampliar los sistemas de tratamiento de aire mediante unidades compactas o con otras tecnologías que sirvan de apoyo.
- 8) Prever en las chimeneas de salida la posibilidad de inyectar productos captadores de olores.
- 9) Una vez puesta en marcha la E.D.A.R. y cuando se encuentre en régimen, se recomienda realizar un estudio olfatométrico y, a tenor de sus resultados realizar las modificaciones oportunas en los sistemas de captación y tratamiento del aire.
- 10) Realizar mediciones periódicas, aconsejable cada año, de la producción de olores con especial atención a la entrada y salida de los sistemas de tratamiento del aire.

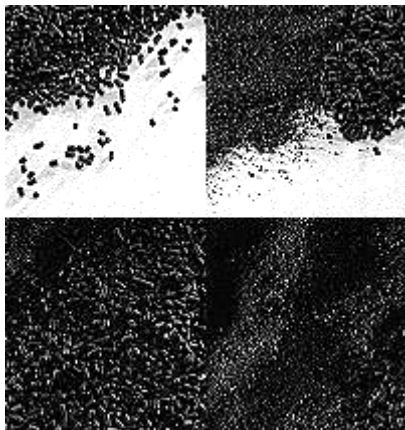
12. BIBLIOGRAFIA

- Curso de depuración de aguas residuales de INFILCO
- Metcalf-Eddy: Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales. Ed Labor, Barcelona.
- Depuración de Aguas Residuales, Aurelio Hernández Muñoz. Colección Señor Nº 9, Servicio de Publicaciones de la E.T.S.I.C.C.P.
- Manual Técnico del Agua. Degremont.
- Curso XXXIII del Cedex de Agua Residual. Varios autores. Madrid.
- Parámetros de desodorización en aguas residuales. Jorge Chamorro Alonso. Madrid.
- Water treatment solutions. Lenntech. Universidad técnica de Delft (Holanda)

13. ANEXO Nº1

Adsorción con carbón activo

La adsorción es un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua. En este proceso el carbón activo es el sólido. El carbón activo se produce específicamente para alcanzar una superficie interna muy grande (entre 500 - 1500 m² /g). Esta superficie interna grande hace que el carbón tenga una adsorción ideal. El carbón activo viene en dos variaciones: Carbón activado en polvo (PAC) y carbón activado granular (GAC). La versión de GAC se utiliza sobre todo en el tratamiento de aguas, puede fijar las siguientes sustancias solubles por adsorción:



Adsorción de sustancias no polares como:

- Aceite mineral
- Poli-hidrocarburos aromáticos (PACs)
- (Cloruro) Fenol
- Adsorción de sustancias halogenadas: I, Br, Cl, H y F
- Olor
- Sabor

- Levaduras
- Varios productos de fermentación
- Sustancias no polares (no solubles en agua)

El carbón activo se usa por ejemplo en los siguientes procesos:

- Depuración de agua subterránea
- Decloración del agua
- Depuración de aguas para piscinas
- Refinamiento de las aguas residuales tratadas

Descripción del proceso:

El agua es bombeada dentro de una columna que contiene el carbón activo, este agua deja la columna a través de un sistema de drenaje. La actividad del carbón activo de la columna depende de la temperatura y de la naturaleza de las sustancias. El agua pasa a través de la columna constantemente, con lo que produce una acumulación de sustancias en el filtro. Por esa razón el filtro necesita ser sustituido periódicamente. Un filtro usado se puede regenerar de diversas maneras, el carbón granular puede ser regenerado fácilmente oxidando la materia orgánica. La eficacia del carbón activo disminuye en un 5-10% tras cada regeneración (1). Una parte pequeña del carbón activo se destruye durante el proceso de la regeneración y debe ser sustituida. Si usted trabaja con diversas columnas en serie, puede estar seguro de que no tendrá un agotamiento total de su sistema de purificación.

Descripción de la adsorción:

Las moléculas en fase de gas o de líquido serán unidas físicamente a una superficie, en este caso la superficie es de carbón activo. El proceso de la adsorción ocurre en tres pasos:

Macro transporte: Movimiento del material orgánico a través del sistema de macro-poros del carbón activo (macro-poros > 50nm)

Micro transporte: Movimiento del material orgánico a través del sistema de micro-poros del carbón activo (microporo < 2nm; meso-poro 2-50nm)

Absorción: Adhesión física del material orgánico a la superficie del carbón activo en los meso-poros y micro-poros del carbón activo

El nivel de actividad de la adsorción depende de la concentración de la sustancia en el agua, la temperatura y la polaridad de la sustancia. Una sustancia polar (= soluble en agua) no puede ser eliminada o es malamente eliminada por el carbón activo, una sustancia no polar puede ser totalmente eliminada por el carbón activo. Cada clase de carbón tiene su propia isoterma de adsorción (véase la figura 1) y en el campo del tratamiento de aguas esta isoterma viene definida por la función de Freundlich.

$$\frac{x}{m} = K_f C_e^{1/n}$$

Función de Freundlich:

x/m = sustancia adsorbida por gramo de carbón activo
 Ce = diferencia de concentración (entre antes y después)
 Kf, n = constantes específicas

La segunda curva del carbón activo (figura 2) muestra el agotamiento del filtro. Normalmente nosotros colocamos las unidades depuradoras-UV después de la columna de carbón activo.

¿Cuál es la diferencia entre adsorción y absorción?

Cuando una sustancia se adhiere a una superficie se habla de adsorción, es este caso, la sustancia se adhiere a la superficie interna del carbón activo. Cuando la sustancia es absorbida en un medio diferente esto es llamado absorción. Cuando un gas es atraído dentro de una solución se habla de absorción.

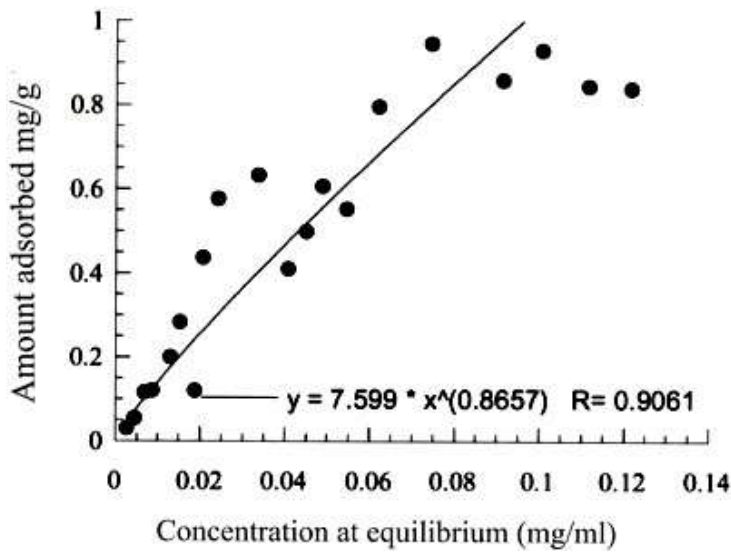


Figura 1: se ve la adsorción isotérmica específica para el carbón activo. En el eje horizontal se encuentra la concentración, y en el eje vertical la cantidad necesaria de carbón. Usted puede utilizar este tipo de gráficos para optimizar su columna.

Fuente figura 1:

<http://www.aapspharmcitech.org/scientificjournals/pharmcitech/volume2issue1/056/manuscript.htm>

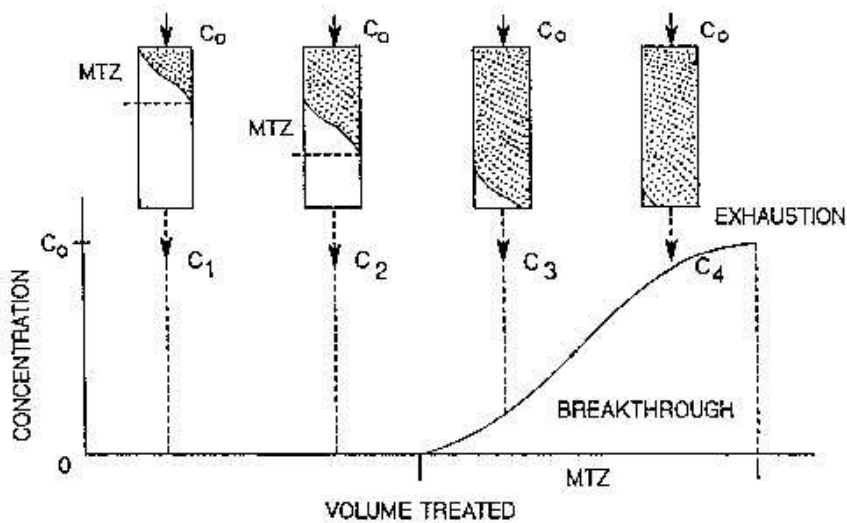


Figura 2: nos muestra el agotamiento durante el uso de su columna. En el punto C3 la columna empieza a romper en el punto más bajo y cerca del punto C4 su columna ya no purifica. Entre el punto C3 y C4 usted necesita regenerar la columna.

Fuente figura 2:

<http://www.activated-carbon.com>

Factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el agua:

El tipo de compuesto que desee ser eliminado. Los compuestos con elevado peso molecular y baja solubilidad se absorben más fácilmente.

La concentración del compuesto que desea ser eliminado. Cuanto más alta sea la concentración, más carbón se necesitará.

Presencia de otros compuestos orgánicos que competirán con otros compuestos por los lugares de adsorción disponibles.

El pH del agua. Por ejemplo, los compuestos ácidos se eliminan más fácilmente a pHs bajos.

Según esto podemos clasificar algunos compuestos según su probabilidad de ser eficazmente adsorbidos por el carbón activo en el agua:

1.- Compuestos con muy alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo:

2,4-D	Deisopropiltatracina	Linuron
Alacloro	Desetilatraccina	Malation
Aldrin	Demeton-O	MCPA

MAGUA
Desodorización. Módulo Aguas

Antraceno	Di-n-butilftalato	Mecoprop
Atracina	1,2-Diclorobenceno	Metazaclor
Azinfos-etil	1,3-Diclorobenceno	2-Metil bencenamina
Bentazona	1,4-Diclorobenceno	Metil naftaleno
Bifenil	2,4-Diclorocresol	2-Metilbutano
2,2-Bipiridina	2,5-Diclorofenol	Monuron
Bis(2-Etilhexil) Ftalato	3,6-Diclorofenol	Naftaleno
Bromacil	2,4-Diclorofenoxi	Nitrobenceno
Bromodiclorometano	Dieldrin	m-Nitrofenol
p-Bromofenol	Dietilftalato	o-Nitrofenol
Butilbenceno	2,4-Dinitrocresol	p-Nitrofenol
Hipoclorito de calcio	2,4-Dinitrotolueno	Ozono
Carbofurano	2,6-Dinitrotolueno	Paration
Cloro	Diuron	Pentaclorofenol
Dióxido de cloro	Endosulfan	Propacina
Clorobenceno	Endrin	Simacina
4-Cloro-2-nitrotolueno	Etilbenceno	Terbutrin
2-Clorofenol	Hezaclorobenceno	Tetracloroetileno

Clorotolueno	Hezaclorobutadieno	Triclopir
Criseno	Hexano	1,3,5-Trimetilbenceno
m-Cresol	Isodrin	m-Xileno
Cinacina	Isooctano	o-Xileno
Ciclohexano	Isoproturon	p-Xileno
DDT	Lindano	2,4-Xilenol

2.- Compuestos con alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo:

Anilina	Dibromo-3-cloropropano	1-Pentanol
Benceno	Dibromoclorometano	Fenol
Alcohol bencílico	1,1-Dicloroetileno	Fenilalanina
Ácido benzoico	cis-1,2- Dicloroetileno	Ácido o-ftálico
Bis(2-cloroetil) éter	trans-1,2- Dicloroetileno	Estireno
Bromodiclorometano	1,2-Dicloropropano	1,1,2,2-Tetracloroetano
Bromoformo	Etileno	Tolueno
Tetracloruro de carbono	Hidroquinona	1,1,1-Tricloroetano
1-Cloropropano	Metil Isobutil Ketona	Tricloroetileno
Clorotoluron	4-Metilbencenammina	Acetato de vinilo

3.- Compuestos con probabilidad moderada de ser eliminados por el

carbón activo*:

Ácido acético	Dimetoato	Metionina
Acrilamida	Etil acetato	Metil-tert-butil éter
Cloroetano	Etil éter	Meti etil ketona
Cloroformo	Freón 11	Piridina
1,1-Dicloroetano	Freón 113	1,1,2-Tricloroetano
1,2-Dicloroetano	Freón 12	Cloruro de vinilo
1,3-Dicloropropeno	Glifosato	
Dikegulac	Imazipur	

*(Para estos compuestos el carbón activo es una tecnología efectiva solo en ciertos casos).

4.- Compuestos para cuya eliminación no es probable que el carbón activo sea efectivo. Sin embargo sí lo es en ciertos casos en los que el flujo o la concentración del compuesto son muy bajos:

Acetona	Cloruro de metileno
Acetonitrilo	1-Propanol
Acrilonitrilo	Propionitrilo
Dimetilformaldehido	Propileno
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
Isopropil alcohol	Urea

Cloruro de metilo	
-------------------	--

Factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el aire:

El tipo de compuesto que desea ser eliminado: En general los compuestos de alto peso molecular, baja presión de vapor/alto punto de ebullición y alto índice de refracción son mejor adsorbidos.

La concentración: Cuanto mayor sea la concentración, mayor será el consumo de carbón.

La temperatura: Cuanto más baja sea la temperatura, mejor será la capacidad de adsorción.

Presión: Cuanto mayor sea la presión, mayor será la capacidad de adsorción.

Humedad: Cuanto más baja sea la humedad, mayor será la capacidad de adsorción.

Más información acerca de la regeneración del carbón activo en:

Wastewater Engineering; Metcalf & Eddy; tercera edición; 1991; página 317

Sobre Lenntech

Lenntech fue creado en 1993 por alumnos de la universidad técnica de Delft, en los Países Bajos. Todavía se encuentra dentro del campus de la universidad. Su principal objetivo es desarrollar, diseñar, fabricar e instalar sistemas de purificación de aire y de agua no solo para la industria sino también para el medioambiente para la industria - por todo el mundo.

Originalmente, el foco principal de la organización estaba alrededor de desinfección del agua, oxidación y las tecnologías del reciclaje. Durante el desarrollo de Lenntech se desarrollaron las tecnologías circundantes necesarias tales como control fino de la filtración,

biofiltración y olor fueron incluidas en el alcance de la capacidad de competencia y entrega.

Desde principios de siglo Lenntech puede entregar estos sistemas a gama completa para cualquier industria.

Aunque son propietarios de algunas soluciones y equipos fabricados, Lenntech ve una necesidad continua de la cooperación con otras compañías especializadas en este campo para ofrecer siempre los mejores sistemas.

Para más información, referencias y otras preguntas, se puede contactar con Lenntech en:

<http://www.lenntech.es/sobre/sobre-lenntech.htm#ixzz0gGMUDSmn>