

PROCESOS BIOLÓGICOS AEROBIOS

PROCESOS BIOLÓGICOS AEROBIOS

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.

2. FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS BIOLÓGICOS AEROBIOS.

2.1. Oxidación biológica.

2.2. Factores que intervienen.

2.3. Procesos de nitrificación-desnitrificación.

3. PROCESO DE FANGOS ACTIVADOS.

3.1. Principios de funcionamiento.

3.2. Control de procesos.

4. ANÁLISIS Y REGISTRO DE DATOS.

5. TIPOS DE PROCESOS.

5.1. Procesos convencionales.

5.2. Aireación prolongada.

5.3. Canales de oxidación

5.4. Procesos de bioadsorción

5.5. Sistemas de oxígeno puro

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FANGOS ACTIVADOS.

6.1. Cuba de aireación

6.2. Decantadores secundarios

7. CAUSAS Y PROBLEMAS HABITUALES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO DEL PROCESO.

7.1. Causas de aparición de problemas

7.2. Problemas habituales

8. INTRODUCCIÓN A LA BIOINDICACION COMO PARÁMETRO DE MANTENIMIENTO.

1. INTRODUCCIÓN.

Cuando las aguas residuales entran en una Estación Depuradora, sufren un pretratamiento en el que se retiran los sólidos y gruesos de gran tamaño, así como las arenas y grasas. A continuación, el agua pasa al denominado tratamiento primario, donde se eliminan sólidos en suspensión fácilmente sedimentables y algo de materia orgánica.

La materia orgánica que queda disuelta y en suspensión así como el resto de las partículas sólidas que no se han eliminado en los tratamientos anteriores, son eliminadas mediante los denominados “Procesos Biológicos de Depuración Aerobia”, que en la línea de aguas constituyen los tratamientos secundarios.

Podemos definir los “Procesos Biológicos de Depuración Aerobia”, como aquellos realizados por determinado grupo de microorganismos (principalmente bacterias y protozoos) que en presencia de Oxígeno, actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante sedimentación. La unión de materia orgánica, bacterias y sustancias minerales forma los flóculos y el conjunto de flóculos es lo que todos conocemos como fango biológico.

Los objetivos que persigue este tipo de tratamiento son la transformación de la materia orgánica y la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables. En el caso de algunas aguas residuales urbanas, también se persigue la eliminación de Nitrógeno y de Fósforo. Por último, conseguimos además la disminución de los microorganismos patógenos y fecales que habitan el agua residual.

Básicamente, existen dos tipos de tratamientos biológicos aerobios:

- * Procesos de Cultivo en Suspensión (Fangos Activados).
- * Procesos de Cultivo Fijo (Lechos Bacterianos).

En este capítulo, nos vamos a centrar en como suceden los mecanismos de depuración biológica aerobia y más concretamente en el proceso de Fangos Activos.

2. FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS BIOLÓGICOS AEROBIOS.

2.1. Los procesos de oxidación biológica.

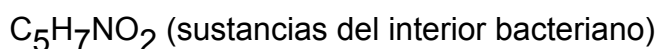
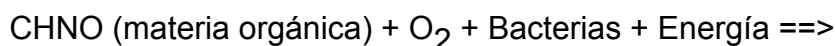
La oxidación biológica es el mecanismo mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta forma, estos microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:



Para que lo anteriormente expuesto se produzca, son necesarias dos tipos de reacciones fundamentales totalmente acopladas: de síntesis o asimilación y de respiración endógena u oxidación.

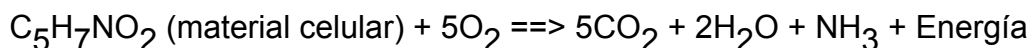
2.1.1. Reacciones de síntesis o asimilación

Consisten en la incorporación del alimento (materia orgánica y nutrientes) al interior de los microorganismos. Estos microorganismos al obtener suficiente alimento no engordan, sino que forman nuevos microorganismos reproduciéndose rápidamente. Parte de este alimento es utilizado como fuente de Energía. La reacción que ocurre es la siguiente:



2.1.2. Reacciones de oxidación y Respiración endógena

Los microorganismos al igual que nosotros, necesitan de Energía para poder realizar sus funciones vitales (moverse, comer etc.), dicha energía la obtienen transformando la materia orgánica asimilada y aquella acumulada en forma de sustancias de reserva en gases, agua y nuevos productos de acuerdo con la siguiente reacción:



Como podemos observar, después de un tiempo de contacto suficiente entre la materia orgánica del agua residual y los microorganismos (bacterias), la materia orgánica del medio disminuye considerablemente transformándose en nuevas células, gases y otros productos. Este nuevo cultivo microbiano seguirá actuando sobre el agua residual.

A todo este conjunto de reacciones se les denomina de oxidación biológica, porque los microorganismos necesitan de oxígeno para realizarlas.

2.2. Factores que intervienen en la oxidación biológica.

Los factores principales que hay que tener en cuenta para que se produzcan las reacciones biológicas y por tanto, la depuración del agua residual son:

- Las características del sustrato: las características físico-químicas del agua residual, determinan el mejor o peor desarrollo de los microorganismos en este sistema, existiendo compuestos contaminantes que son degradables biológicamente y otros que no lo son.

- Los nutrientes: el interior celular, aparte de C, H y O, elementos característicos de la materia orgánica, contiene otros elementos como son el N, P, S, Ca, Mg etc., denominados nutrientes y que a pesar de que muchos de ellos se encuentran en el organismo sólo en pequeñas cantidades, son fundamentales para el desarrollo de la síntesis biológica.

Se ha determinado a nivel medio que los microorganismos para sobrevivir necesitan por cada 1000 gr. de C, 43 de N y 6 de P, y que en las aguas residuales urbanas existen por cada 1000 gr. de C, 200 gr. de N y 16 gr. de P.

Si comparamos lo que necesitan los microorganismos para sobrevivir, con las cantidades existentes de dichos elementos en el agua residual, podemos concluir que a título general dichos microorganismos pueden desarrollarse en el agua residual perfectamente.

Es interesante comentar que en el caso de determinadas aguas con vertidos industriales, las proporciones de dichos elementos no están

equilibradas, siendo necesario a veces dosificar N y P en el agua, para que pueda darse el desarrollo bacteriano y exista depuración biológica.

- Aportación de Oxígeno: como hemos visto, para el desarrollo de las reacciones biológicas es necesario un medio aerobio, es decir, con oxígeno suficiente que permita el desarrollo y la respiración de los microorganismos aerobios.

- Temperatura: a medida que aumenta la Temperatura, aumenta la velocidad con que los microorganismos degradan la materia orgánica, pero a partir de los 37°C, dichos organismos mueren. Nuestras temperaturas son ideales para el desarrollo óptimo de los procesos de depuración biológica.

- Salinidad: el contenido en sales disueltas no suele ser problemático para el desarrollo bacteriano en el proceso de fangos activos hasta concentraciones de 3 a 4 gr/l. En los procesos de cultivos fijos (lechos bacterianos), la influencia es aún menor, no afectando valores que no superen los 15 gr/l. Sin embargo, existen multitud de grupos bacterianos capaces de vivir en aguas saladas, de forma que si a tu sistema de depuración le das tiempo de adaptación, pueden desarrollarse bastante bien dichos grupos microbianos a concentraciones salinas superiores. En este sentido, la E.D.A.R. de El Rompido que funciona mediante tratamiento biológico por Fangos Activos, tiene un rendimiento excelente con aguas residuales de elevada salinidad.

- Tóxicos o inhibidores: existen una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas que, a ciertas concentraciones, inhiben o impiden los procesos biológicos. Este tipo de sustancias, entre las que se encuentran los metales pesados, ejercen un efecto perjudicial sobre los microorganismos encargados de depurar el agua y por tanto, no deben de entrar en las plantas depuradoras con el agua residual, o si entran deben de hacerlo en concentraciones muy bajas.

Todos estos factores mencionados son de gran importancia, y deben de ser controlados si queremos obtener un rendimiento eficaz de depuración por

parte de los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica del agua residual.

2.3. Los procesos de Nitrificación-Desnitrificación.

Son procesos llevados a cabo por determinados grupos de microorganismos bacterianos que se utilizan en aquellas plantas de tratamiento de aguas residuales, donde aparte de la eliminación de la materia orgánica se persigue la eliminación de nitrógeno.

La eliminación de la materia nitrogenada es necesaria cuando el efluente de la E.D.A.R. va a ir bien a embalses o masas de agua utilizadas para captación de aguas potables, bien a las denominadas por ley como zonas sensibles.

2.3.1. El proceso de Nitrificación

La nitrificación es el proceso en el que el nitrógeno orgánico y amoniacal se oxida, transformándose primero en nitrito y, posteriormente en nitrato.

Estas reacciones las llevan a cabo bacterias muy especializadas, diferentes de aquellas que se encargan de degradar la materia orgánica del medio.

Este tipo de bacterias, se reproducen mas lentamente y son muy sensibles a los cambios de su medio habitual.

A su vez, necesitan de un aporte de Oxígeno suplementario para que sean capaces de desarrollar las reacciones anteriormente mencionadas, de esta forma en las cubas de aireación de fangos activados necesitan de un nivel de oxígeno de al menos 2 mg/l.

2.3.2. El proceso de desnitrificación

La desnitrificación consiste en el paso de los nitratos a nitrógeno atmosférico, por la acción de un grupo de bacterias llamadas desnitrificantes. Dicha forma de nitrógeno tenderá a salir a la atmósfera, consiguiéndose así, la eliminación de nitrógeno en el agua.

Para que las bacterias desnitrificantes actúen, es necesario que el agua tenga bastante carga de materia orgánica, una fuente de nitratos elevada, muy poco oxígeno libre y un pH situado entre 7 y 8.

El oxígeno asociado a los nitratos es la única fuente de oxígeno necesaria para llevar a cabo sus funciones vitales. De esta forma los niveles de oxígeno libre en el medio donde actúan deben de ser inferiores a los 0,2 mg/l.

Es interesante comentar que el tiempo mínimo de contacto entre el agua y las bacterias desnitrificantes debe de ser suficiente para que se produzcan las reacciones deseadas, estimándose un tiempo mínimo de 1,5 horas a caudal medio.

3. EL PROCESO DE FANGOS ACTIVADOS.

El proceso de fangos activados es un sistema de tratamiento de las aguas residuales en el que se mantiene un cultivo biológico formado por diversos tipos de microorganismos y el agua residual a tratar. Los microorganismos se alimentarán de las sustancias que lleva el agua residual para generar más microorganismos y en el proceso se forman unas partículas fácilmente decantables que se denominan flóculos y que en conjunto constituyen los denominados fangos activos o biológicos.

3.1. Principios de funcionamiento.

En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones claramente diferenciadas: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido.

La primera tiene lugar en el denominado reactor biológico o cuba de aireación, donde vamos a mantener el cultivo biológico en contacto con el agua residual. El cultivo biológico, denominado licor de mezcla, está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos conjuntamente con materia orgánica y sustancias minerales. Dichos microorganismos transforman la materia orgánica mediante las reacciones de oxidación biológica anteriormente mencionadas.

La población de microorganismos debe de mantenerse a un determinado nivel, concentración de sólidos en suspensión en el licor de mezcla (SSLM),

para llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos necesarios para que se elimine dicha carga.

En esta fase del proceso que ocurre en la cuba de aireación, es necesario un sistema de aireación y agitación, que provoque el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias, que permita la homogenización de la cuba y por tanto que todo el alimento llegue igual a todos los organismos y que evite la sedimentación de los flocúlos y el fango.

Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el licor mezcla pasará al denominado decantador secundario o clarificador. Aquí, el agua con fango se deja reposar y por tanto, los fangos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar el agua clarificada de los fangos.

El agua clarificada constituye el efluente que se vierte al cauce y parte de los fangos floculados son recirculados de nuevo al reactor biológico para mantener en el mismo una concentración suficiente de organismos. El excedente de fangos, se extrae del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos.

3.2. Control de procesos en el sistema de fangos activados.

3.2.1. Parámetros operacionales

Son una serie de parámetros que se han de tener en cuenta a la hora de diseñar la cuba de aireación y el clarificador, siendo a su vez controlados para mantener un óptimo funcionamiento de la planta. Dichos parámetros son:

a) Carga másica

Es la relación que existe entre la carga de materia orgánica que entra en el reactor biológico por unidad de tiempo, y la masa de microorganismos existentes en el mismo. Se expresa como:

$$C_m = Q * S_o / V * X$$

Q = caudal; S_o = DBO_5 de entrada; V = volumen; X = sólidos en suspensión volátiles del licor de mezcla (SSV) de la cuba de aireación.

b) Edad del fango

Es la relación entre la masa de fangos existentes en la cuba de aireación y la masa de fangos en exceso extraídos por unidad de tiempo. Se expresa como:

$$E = V * X / Q_p * X_p$$

Q_p = caudal de la purga de fangos; X_p = SSV de la purga de fangos (fangos en exceso).

c) Carga volumétrica

Es la relación entre la masa de materia orgánica que entra en el reactor por unidad de tiempo, y el volumen de la cuba. Se expresa como:

$$C_v = Q * S_o / V$$

d) Rendimiento

Es la relación que existe entre la masa de materia orgánica eliminada y la del influente que entra en el reactor biológico. Se expresa en %.

$$R = S_o - S / S_o$$

S = DBO_5 de la salida del decantador secundario.

3.2.2. Parámetros de control

Existen una serie de variables que hay que controlar para asegurarnos de que el proceso de fangos activos funciona bien. Entre estas variables se encuentran:

- La calidad exigida al efluente: la calidad que las autoridades exijan al agua de salida, va a determinar tanto el funcionamiento del proceso como el control del mismo. Si se requiere un alto grado de tratamiento, el proceso deberá estar muy controlado y probablemente se requiera de un tratamiento adicional. Dicha calidad deberá ser determinada a través de las analíticas realizadas por el laboratorio.

- Características del agua residual a tratar: los caudales y características del influente, se encuentran fuera del campo de actuación del operador, siendo

competencia del laboratorio y de las autoridades municipales que controlan los residuos que se vierten en el sistema colector, evitando que determinadas industrias viertan residuos tóxicos para los microorganismos que trabajan en la cuba de aireación.

- Cantidad de microorganismos activos que se necesitan en el tratamiento: la proporción entre la cantidad de microorganismos activos y el alimento disponible, es un parámetro decisivo en el control del proceso. Si esta proporción no es equilibrada, aparecerán serios problemas en planta. El número de organismos aumenta también al aumentar la carga de materia orgánica (alimento) y el tiempo de permanencia en la cuba de aireación (edad del fango). El operador deberá eliminar el exceso de microorganismos (fangos en exceso o purga de fangos) para mantener el número óptimo de trabajadores para el tratamiento eficaz de las aguas.

Por otra parte, es fundamental proceder a una recirculación de fangos desde el decantador hasta la cuba de aireación, para mantener una concentración de organismos suficiente, ya que si no se irían eliminando y se acabaría con un lavado del tanque.

El fango del decantador debe extraerse tan pronto como se forme la manta de fangos, ya que de permanecer en él, pueden darse fenómenos que hagan que el fango flote. El sistema de bombeo de fangos, por tanto, debe encontrarse en condiciones óptimas para actuar cuando se le necesite.

Para conocer la concentración de microorganismos del licor de mezcla y de los fangos de recirculación, se determinará el nivel de sólidos volátiles en ambos.

- Nivel de Oxígeno disuelto: el oxígeno que se aporte a la cuba de aireación debe de ser suficiente para que, los microorganismos puedan respirar y se pueda oxidar la materia orgánica.

La relación cantidad de oxígeno / cantidad de alimento debe estar regulada y mantenerse estable. Una descompensación en un sentido o en otro, puede dar lugar a una aparición de organismos filamentosos que tienden a

flotar en el decantador secundario, alterando totalmente la separación sólido-líquido y tendiendo a ser lavados con el efluente.

El nivel de oxígeno disuelto suele medirse con sensores que dan información inmediata de las cantidades de oxígeno en cuba, a partir de esta información los sistemas de agitación y de aireación se ponen en marcha o se paran.

La agitación debe de estar bien controlada, para que el oxígeno y el alimento se distribuyan homogéneamente por toda la cuba.

3.2.3. Por último existen dos variables que hay que controlar para que se produzca un rendimiento adecuado del proceso de depuración. Estas dos variables son:

- Tiempo de retención: para que se pueda dar el proceso de oxidación biológica, es necesario que los microorganismos permanezcan un tiempo de contacto suficiente con las aguas residuales. Este tiempo de retención es uno de los parámetros que hay que tener en cuenta para diseñar las cubas, ya que en relación con el caudal a tratar y el tiempo que debe permanecer el caudal en la cuba, calcularemos el volumen de la misma.

- Índice volumétrico de fangos: se define como el volumen en ml ocupado por un gramo de sólidos en suspensión del licor de mezcla, tras una sedimentación de 30 minutos en una probeta de 1000 ml. Por lo tanto, tomamos 1 litro de licor mezcla y lo ponemos a sedimentar durante 30 minutos, apuntamos el volumen que ocupa el fango y hacemos la relación:

$$IVF = \text{ml sólidos sedimentables} * 1000 / \text{ppm de SSLM}$$

Este valor nos da el comportamiento de los fangos en el decantador. Si el valor es menor de 100 implica fangos con desarrollo de organismos que sedimentan bien y por tanto buena separación sólido-líquido. Si el valor es superior, se han desarrollado organismos filamentosos con mala sedimentación, lo que nos lleva a una descompensación en el funcionamiento del sistema.

4. ANÁLISIS Y REGISTRO DE DATOS.

Las lecturas de datos que se citan a continuación y su registro diario, pueden ayudar al personal que trabaja en la Planta a determinar cuales son las condiciones de control que optimizan el rendimiento de la Estación de Tratamiento, contrastando el funcionamiento de la misma con los datos registrados.

Estos datos también pueden servirnos como indicadores de diversos problemas así como de la causa de los mismos.

Es necesario hacer un registro de:

* Sólidos en suspensión totales y volátiles en:

- Efluente primario
- Licor de mezcla
- Recirculación de fangos
- Efluente de salida

* DBO, DQO o TOC en:

- Efluente primario
- Efluente de salida

* Oxígeno disuelto: fundamental instalar sensores en cuba de aireación.

* Sólidos decantables en:

- Licor de mezcla
- Agua de salida

* Temperatura: lectura de sensores en cuba de aireación.

* pH: lectura de sensores en cuba de aireación o determinación "in situ".

* Coliformes en:

- Entrada al biológico
- Salida del biológico

* Nitrógeno y Fósforo total en:

- Agua de entrada
- Agua de salida

También será necesario registrar los siguientes datos:

- * Caudal de entrada
- * Kilogramos de sólidos volátiles en cuba de aireación
- * Kilogramos de DQO en la entrada al biológico
- * Kilogramos de fangos en exceso evacuados
- * Caudal de recirculación de fangos
- * Caudal de purga
- * Kilogramos de sólidos de fangos evacuados al digestor
- * Coste energético

Pero el control de la instalación no solo consiste en la revisión constante y diaria de las condiciones de proceso, sino que también es preciso realizar un mantenimiento efectivo de los equipos, para que estos estén siempre en óptimas condiciones de operatividad.

Además de todo esto, la vista, el olfato y la propia experiencia, aportan datos suficientes como para reconocer los problemas, el posible origen de los mismos y la solución más eficaz.

5. TIPOS DE PROCESOS DE FANGOS ACTIVADOS.

En función de los objetivos de calidad requeridos en el efluente, la depuración puede consistir en la eliminación de la materia orgánica carbonada, o también llevar asociada la reducción de la materia nitrogenada.

Según el objetivo de la E.D.A.R., diseñaremos instalaciones encaminadas a la eliminación de materia orgánica o modificaciones asociadas a dichas instalaciones con el fin de eliminar nitrógeno.

De esta forma podemos distinguir distintos tipos de procesos, entre los que se encuentran los descritos a continuación.

5.1. Procesos convencionales.

El proceso convencional tiene tres variantes fundamentales:

5.1.1. Flujo pistón

Se lleva a cabo en una cuba de aireación rectangular, seguida de un decantador secundario. Tanto el agua residual como el fango recirculado desde el decantador, entran en la cuba por un extremo y son aireados por un período de 6 horas, tiempo en el que se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica.

Se utiliza para aguas domésticas no muy concentradas. El proceso es susceptible a cargas de choque.

5.1.2. Mezcla completa

El contenido total del proceso se mezcla uniformemente. El agua residual de entrada al proceso y los fangos recirculados, se mezclan e introducen en diversos puntos del tanque de aireación a lo largo de un canal central.

De esta forma conseguimos que, tanto la demanda de oxígeno como la carga orgánica sean homogéneas de un extremo al otro de la cuba de aireación.

El proceso es usado en aplicaciones generales, siendo resistente frente a cargas de choque.

5.1.3. Alimentación escalonada

El agua residual se introduce en distintos puntos de la cuba de aireación y los fangos recirculados por un extremo. Conseguimos disminuir las demandas puntas de oxígeno, consiguiéndose mejores propiedades de adsorción de la materia orgánica a los flóculos, siendo eliminada por un período más corto.

Este proceso es de aplicación general.

5.2. Aireación prolongada.

Este proceso requiere cargas no muy altas y tiempos de aireación prolongados.

Suele aplicarse a plantas pequeñas que tratan menos de 10000 habitantes.

Sus instalaciones prescinden de decantación primaria, pasando el agua desde el pretratamiento directamente a la cuba de aireación, y pasando después por el decantador secundario.

El proceso es flexible frente a variaciones de carga.

5.3. Canales de oxidación.

La oxidación biológica tiene lugar en un canal circular cerrado, provisto de aireadores superficiales horizontales (rotores que provocan la aireación y circulación de los fangos).

Cuando se diseñó este tipo de procesos, era discontinuo, funcionando el canal como reactor biológico y decantador alternativamente. Actualmente funciona de forma continua, estando el canal seguido de un clarificador.

Generalmente se diseña para tratar una baja carga, si bien funciona excelentemente a media carga y es flexible a las variaciones.

Debido a la geometría de los canales, podemos obtener zonas más oxigenadas con nitrificación y zonas muy poco oxigenadas con desnitrificación, por lo que es un sistema bueno para eliminar materia orgánica y nitrógeno.

Existen diversas variantes de este tipo de sistemas, entre las que encontramos:

5.3.1. Carrousel

En este sistema el tanque de aireación tiene configuración de canal, pero en lugar de rotores utiliza aireadores de eje vertical instalados frente al tanque divisorio, lo que permite interceptar el régimen de corrientes y utilizar la potencia aplicada en transferir oxígeno y conseguir un flujo continuo de fangos en el canal, suficiente para evitar la sedimentación.

Con esta variante, podemos conseguir profundidades del tanque de hasta 4 metros.

Si asociamos zonas del tanque con poco oxígeno y alta carga, conseguimos eliminar nitrógeno.

5.3.2. Proceso Orbal

Este sistema consiste en una serie de canales concéntricos, en los que las cantidades de oxígeno suministrado varían de un canal a otro.

El agua pasa, inicialmente, al canal periférico y a través de pasos sumergidos, va circulando de un canal a otro para llegar finalmente a un decantador.

La característica principal del sistema orbal es el diferente grado de oxigenación que se mantiene en los distintos canales, típicamente operando en 0, 1 y 2 ppm de oxígeno disuelto en el primer, segundo y tercer canal respectivamente.

El sistema es idóneo para procesos de nitrificación-desnitrificación, ya que el agua entra en el primer canal y el fango allí existente empieza a degradar la materia orgánica, empezando a desarrollarse bacterias desnitrificantes (zona de poco oxígeno), posteriormente el agua va pasando por los canales mas oxigenados donde va sufriendo procesos de oxidación biológica y nitrificación. El licor mezcla se recircula del tercer al primer canal, permitiendo que los nitratos formados sean transformados en nitrógeno atmosférico por las bacterias desnitrificantes.

5.4. Procesos de bioadsorción.

La bioadsorción es el fenómeno mediante el cual la materia orgánica se adhiere a la superficie de los flóculos y es degradada por las bacterias allí existentes.

Este fenómeno es más acusado cuanto mejor funciona un fango activo y presenta flóculos muy bien formados.

Podemos distinguir dos tipos de procesos de fangos activos que aprovechan las propiedades bioadsorbentes de los flóculos.

5.4.1. Contacto-estabilización

La alimentación por agua residual del proceso biológico tiene lugar en dos etapas que se desarrollan en cubas separadas.

La primera es la fase de adsorción que se desarrolla en la primera cuba durante 20-60 minutos. En ella se adsorben en los flóculos una buena parte de la materia orgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual. A continuación el agua pasa a un clarificador y el fango decantado pasa a la segunda cuba de aireación donde se le da tiempo suficiente para que se produzca la oxidación de la materia orgánica por las bacterias.

Este tipo de proceso es muy flexible y se utiliza muchas veces como ampliación de plantas existentes.

5.4.2. Proceso de doble etapa

Consiste en realizar una depuración biológica en dos etapas, cada una de las cuales presenta reactor biológico y decantador secundario.

En la primera etapa se alimenta la primera cuba con cargas elevadas, con un corto período de oxigenación, lo que favorece el desarrollo de microorganismos resistentes a elevadas cargas y sustancias tóxicas favoreciéndose las propiedades adsorbentes de los flóculos.

En la segunda etapa, se establece una carga media o baja, con un alto contenido en oxígeno, funcionando de forma similar a los procesos convencionales, predominando la oxidación biológica.

Este sistema es interesante para aguas residuales con fuertes variaciones de carga, pH, componentes tóxicos, etc., es decir aguas residuales con fuerte componente industrial.

5.5. Sistemas de oxígeno puro.

Son similares a los procesos convencionales solo que en lugar de aire utilizamos oxígeno puro. El oxígeno puro es mas caro, sin embargo,

conseguimos las mismas cantidades de oxígeno en cuba con un menor consumo energético. El oxígeno puede ser recirculado.

El oxígeno puro suele utilizarse con diversas finalidades:

-Estaciones de fangos activos de funcionamiento continuo.

-Estaciones de fangos activos con carga variable, aplicándose solo el oxígeno en los momentos punta.

-Preoxigenación del agua residual, con fines de desodorización o en instalaciones clásicas para aumentar el contenido de oxígeno disuelto e incrementar los rendimientos de depuración.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FANGOS ACTIVOS.

6.1. Cuba de aireación.

Las cubas son, generalmente, abiertas y construidas de hormigón armado.

La configuración hidráulica debe garantizar que frente a las normales variaciones de caudal, la altura del licor de mezcla no variará en mas de 30 cm.

La guarda hidráulica debe de ser suficiente, para evitar las proyecciones de fangos y espumas.

El sistema de aireación puede ser por turbinas o por difusores, y se deben de tomar las precauciones necesarias para evitar los ruidos molestos producidos por los sistemas de aporte de aire.

Para plantas pequeñas, la regulación en la oxigenación, puede ser mediante arranque y parada de los equipos mediante temporizadores. Para plantas grandes, la regulación debe ser obligatoriamente en función del oxígeno disuelto del reactor biológico.

Resulta interesante disponer de un dispositivo de control de espumas, que puede consistir en boquillas pulverizadores montadas a lo largo del borde superior del tanque de aireación.

6.2. Decantadores secundarios o clarificadores.

Existen tres tipos fundamentales:

6.2.1. Decantadores circulares de rasquetas

Son decantadores de forma circular con sistema de barrido de fangos radial.

Las rasquetas de barrido de fangos conviene que no formen una sola unidad y que sean fácilmente desmontables y extraíbles.

El sistema de arrastre de fangos se desplazará a la velocidad de 120 m/h (perimetral).

La pendiente de solera es del 4 al 10% y el calado de borde entre 2,5 y 3,5 m.

El decantador dispondrá de un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes.

Se recomienda que existan paletas de espesamiento en el pozo central de recogida de los fangos.

6.2.2. Decantadores rectangulares de rasquetas

Presentan la ventaja de permitir una implantación mas compacta de todo el tratamiento biológico.

La profundidad suele estar comprendida entre 2,5 y 4 m., siendo la pendiente de solera aproximadamente del 1%.

La velocidad máxima de arrastre de fangos es de 60 m/h.

El pozo de recogida de fangos se diseña de forma que los fangos no estén retenidos más de 5 horas (válido también para los decantadores circulares).

Los carros móviles deben tener fácil acceso y un sistema de paro frente a obstáculos.

Presentan sistemas de recogida de espumas y flotantes.

6.2.3. Decantadores de succión

Se instalan para decantadores con un diámetro superior a 35 m, recomendándose la recogida de fangos por succión y la evacuación de los fangos se hace mediante un sifón.

Al igual que los anteriores presenta un sistema de recogida de espumas y flotantes.

Todos los tipos de decantadores presentan bombas para la evacuación de fangos y para su recirculación a las cubas de aireación. Los sistemas de extracción de fangos son regulables y controlables mediante temporizadores programables.

7. CAUSAS Y PROBLEMAS HABITUALES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL PROCESO.

7.1. Causas de aparición de problemas.

Los caudales y la composición de las aguas residuales varían a lo largo del día. El operador debe de intentar mantener el proceso en situación estable y debe de hacer frente a las variaciones de caudal y carga para conseguir un efluente de calidad.

Las variaciones que pueden afectar el funcionamiento de la instalación pueden tener dos orígenes: el sistema colector y la propia depuradora.

7.1.1. Variaciones en el sistema colector

Pueden ser debidas a:

- Sistemas de alcantarillado unitario: en épocas de lluvia, la estación depuradora recibe un caudal superior al habitual lo que plantea diversos problemas como son un menor tiempo de residencia del agua en las unidades

de tratamiento, mayor arrastre de sólidos y aumento de la carga orgánica debido al arrastre de residuos acumulados en las alcantarillas.

- Usuarios del sistema: los vertidos de las industrias producen variaciones tanto en el caudal como en las características de las aguas residuales que llegan a la planta depuradora. Este punto se ha de controlar para poder tomar las medidas oportunas.

- Mantenimiento del sistema colector: conocer anticipadamente estas actividades nos puede ahorrar muchos problemas. Por ejemplo si se pone en funcionamiento una estación elevadora que lleva mucho tiempo sin funcionar, grandes volúmenes de aguas sépticas pueden producir cargas de choque en el tratamiento, ocurriendo lo mismo cuando se desatasquen tuberías o se conecten tuberías nuevas al sistema.

7.1.2. Variaciones en el funcionamiento

Para determinar si la estación depuradora está descargando un efluente de calidad, hay que revisar los análisis de laboratorio. Si no se logra la calidad deseada hay que determinar que factores han provocado la disminución del rendimiento del proceso. Dichos factores pueden ser:

- Influyente de mayor carga o de características difíciles de tratar.
- Concentración inadecuada de microorganismos en el aireador.
- Evacuación excesiva o insuficiente de fangos en exceso.
- Caudal de recirculación de fangos inadecuado.
- Excesivo tiempo de permanencia de fangos en el decantador.
- Disminución o exceso de oxígeno en la cuba de aireación.
- Falta de homogeneidad en la cuba por una agitación deficiente.

7.2. Problemas habituales.

7.2.1.Cambios en el caudal y características de las aguas residuales

El operador deberá estar siempre alerta frente a la posibilidad de que se viertan tóxicos, a los vertidos accidentales y frente a las tormentas o cualquier

otro factor que pueda causar una variación en el caudal del influente o en sus características.

Para compensar los excesos de sólidos y aumento de caudal en épocas de lluvia, reajuste los caudales de recirculación y purga de fangos para mantener la máxima concentración de fangos activos en la cuba de aireación.

Los cambios en las características de las aguas residuales por vertidos industriales pueden ser puntuales o estacionales. Intente mantener buena relación con los gerentes de las fábricas y consiga que le comuniquen cualquier cambio que pueda ocasionar problemas. Intente convencerles de que descarguen los vertidos anormales poco a poco y no de una vez.

7.2.2. Presencia en el digestor de fangos de un sobrenadante con excesiva carga de sólidos

Los sobrenadantes de la digestión y el espesamiento de fangos son enviados al tratamiento primario. Esta recirculación de sobrenadantes debe ser lenta y realizarse durante períodos de baja carga.

Normalmente los sólidos que salen del digestor de fangos, presentan una elevada demanda de oxígeno inmediata y contienen gran cantidad de sólidos coloidales y disueltos de bajo contenido volátil. Si estos sólidos pasan a la cuba de aireación, se produce en la cuba una demanda de oxígeno superior a la habitual, por lo que es necesario regular la aireación. Además se han de regular los caudales de purga y recirculación con mucho cuidado, ya que la concentración en sólidos inertes (no biológicos) aumenta y si purgamos excesivamente podemos lavar de microorganismos el reactor biológico.

En este caso, se deben mantener los sólidos en el digestor de fangos más tiempo y aumentar la concentración de sólidos en los fangos enviados al digestor.

7.2.3. Subida de fangos por gasificación

No se debe confundir la gasificación con el problema de formación de fangos esponjosos o de espumas. En la gasificación, los fangos se sedimentan y compactan de forma satisfactoria en el fondo del decantador, pero luego

suben hasta la superficie en forma de pequeñas partículas, siendo lavados con el efluente. Esto suele ir acompañado de una fina espuma, que aparece en la superficie del decantador.

Los fangos suben porque se producen gases en ellos que tienden a elevarlos a la superficie. La gasificación puede deberse a varios fenómenos, como son la formación de nitrógeno atmosférico y otros tipos de gases. Suele ser debido a un excesivo tiempo de retención de los fangos en el decantador secundario, agotándose el oxígeno que llevan y propiciándose el desarrollo de bacterias que producen los gases anteriormente mencionados. Por ello, los decantadores deben de estar provistos de deflectores y recogedores de flotantes, evitando que los fangos ascendentes se incorporen a la línea de aguas.

7.2.4. Esponjamiento de los fangos

Esponjamiento es el término que se aplica cuando los fangos biológicos muestran una velocidad de sedimentación muy lenta. Esto hace que en decantador secundario no de tiempo para que se produzca la separación sólido-líquido. El manto de fangos en el clarificador se hace mayor y asciende hasta pasar sobre los vertederos, saliendo con el efluente.

Se considera que existen distintos factores que favorecen el esponjamiento de los fangos. Entre ellos una descompensación alimento y cantidad de organismos, un exceso o defecto de oxígeno disuelto en la cuba, pH bajos, una relación poco equilibrada de nutrientes etc.

Es necesario por tanto, que la cuba de aireación tenga condiciones de funcionamiento equilibradas, siendo necesario vigilar para evitar este tipo de problemas:

- La edad del fango: ya que fangos demasiado jóvenes favorecen el esponjamiento. Vigile los sólidos que llegan al tanque y regule cuidadosamente el caudal de evacuación de fangos.

- Nivel de oxígeno disuelto: evite que se produzcan niveles demasiado bajos o altos de oxígeno en la cuba, ya que esto favorecería el desarrollo de microorganismos filamentosos que tienden a flotar.

- Tiempo de aireación: el esponjamiento por un período de aireación excesivamente corto, suele ser consecuencia de un defecto en el proyecto de la planta, a no ser que en ésta se haya adquirido la costumbre de mantener un volumen excesivo de recirculación de fangos. Si es así, se reduce el caudal de recirculación y se aumenta la purga de fangos, hasta estabilizar el proceso.

- Presencia de organismos filamentosos: los organismos filamentosos presentan graves problemas, pues aparecen mucho más rápidamente de lo que desaparecen. Tienden a flotar descompensando totalmente el funcionamiento de los fangos en el decantador secundario. Suelen desarrollarse masivamente cuando existe una descompensación en la relación carga de la cuba / oxígeno disuelto en ella. Dependiendo de que la descompensación vaya en un sentido u otro, se desarrollarán organismos diferentes que se manifiestan en fenómenos distintos que reciben diferentes nombres (espumas y bulking).

Existen otro tipo de factores que estimulan también el desarrollo masivo de estos organismos como son: la calidad del agua residual a tratar, la presencia de putrefacción en el agua, bajas cantidades de fósforo, etc.

Es necesario, por tanto, un buen mantenimiento de las condiciones funcionales de la planta para evitar el esponjamiento de los fangos y si este sucede, hay que actuar rápidamente, aumentando la densidad de estos fangos. Este aumento de densidad se puede conseguir bien variando las condiciones del proceso (caudales de purga y recirculación, niveles de oxígeno disuelto, carga de alimentación), bien incrementando los sólidos inertes en la cuba de aireación o añadiendo sustancias como son los floculantes químicos, arcillas o bentonitas.

8. INTRODUCCIÓN A LA BIOINDICACION COMO PARÁMETRO DE MANTENIMIENTO.

Podemos definir la bioindicación como un método de trabajo en el cual, a través de la observación microscópica de un fango activo podemos saber como está funcionando el proceso y como modificar sus condiciones funcionales para obtener un óptimo rendimiento de él.

Los organismos que vamos a utilizar como indicadores del buen o mal funcionamiento del proceso son los conocidos como protozoos.

Los protozoos son organismos unicelulares muy especializados. La variedad morfológica de este grupo de organismos es muy amplia. Presentan un importante papel en los sistemas de depuración. Este importante papel se fundamenta en tres razones principales:

- Algunos de ellos, al igual que las bacterias, consumen materia orgánica del agua residual.

- Excretan determinado tipo de sustancias que favorecen la formación de flóculos.

- La tercera y más importante, son los principales consumidores de las poblaciones bacterianas de los sistemas acuáticos. Siendo las bacterias los principales organismos descomponedores de la materia orgánica del medio, los protozoos con su consumo bacteriano ejercen un importante papel regulador sobre estas poblaciones, consiguiendo un óptimo rendimiento de la tasa de consumo de materia orgánica por parte de las bacterias.

Por todo lo anteriormente expuesto, es interesante el desarrollo en nuestra cuba de aireación de protozoos. En este sentido, existen estudios donde se observa que en las cubas de aireación con poblaciones de este grupo de organismos bien desarrolladas, los rendimientos en depuración de materia orgánica y en disminución de patógenos y fecales eran superiores a en las cubas donde no habitaban.

Por otro lado, las comunidades de diversos protozoos van cambiando a medida que varían diferentes variables del funcionamiento de las cubas de

aireación. De esta forma, existen comunidades características de fangos de diferente edad, así como en fangos con cualidades diferentes en cuanto a nitrificación, rendimiento de depuración, etc.

A su vez, existen grupos de protozoos que toleran rangos muy estrechos de las condiciones ambientales en que viven, por ejemplo: niveles de oxígeno, presencia de tóxicos. Por lo que su presencia nos indica determinadas condiciones del medio.

Por todo lo anteriormente expuesto, podemos concluir que a través de la observación microscópica de las poblaciones de protozoos que habitan en la cuba de aireación, así como del número de organismos diferentes de este grupo que aparecen en un momento dado, podemos obtener un índice de calidad biológica del fango.

Si además tenemos conocimientos de sus características de vida, podemos prever situaciones que no son detectables mediante técnicas analíticas convencionales y que nos dan la capacidad de actuar anticipadamente a la aparición de graves problemas que nos descompensen el funcionamiento de la planta depuradora.

Podemos considerar los protozoos y la bioindicación como un parámetro de gran interés en el mantenimiento de los procesos de depuración biológica aerobia, como son los fangos activos y el lagunaje.

La utilización de este parámetro se basa en el conocimiento y la experiencia del personal que lo utiliza, permite una gran rapidez de respuesta y requiere muy poco gasto.