

ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN

1.1- Historia

1.2- Aguas residuales urbanas

1.3- Aguas residuales industriales

1.4- Clasificación de los contaminantes

1.5- Contaminantes habituales en las aguas residuales

1.6- Recorrido del agua hasta las plantas depuradoras

1.7- ¿Qué es una EDAR?

1.8- Funcionamiento de una E.D.A.R. según el tipo de tratamiento

1.9- ¿Qué es una ETAP?

2- LÍNEA DE AGUA DE UNA DEPURADORA

2.1- Caudal de entrada

2.2- Pozo de gruesos

2.3- Pretratamiento

2.4- Deposito de laminación o balsa de homogeneización

2.5- Tratamiento físico-químico

2.6- Decantación primaria

2.7- Tratamiento biológico

2.8- Decantación secundaria

2.9- Tratamiento terciario

2.10- Reutilización y regeneración del agua residual depurada

3- LÍNEA DE FANGOS DE UNA DEPURADORA

3.1- Espesamiento

3.2- Digestión anaerobia

3.3- Deshidratación

4- LÍNEA DE GAS DE UNA DEPURADORA

4.1- ¿En qué consiste?

4.2- Características del gas de digestión

5- COGENERACIÓN

5.1- ¿Qué es la cogeneración?

6- SECADO TÉRMICO

6.1- ¿En qué consiste el secado térmico?

7- COMPOSTAJE

7.1- ¿En qué consiste el compostaje?

8- ESTADO ACTUAL DEL SANEAMIENTO EN CATALUÑA

9- CONCLUSIÓN

10- BIBLIOGRAFÍA

1- INTRODUCCIÓN

1.1- Historia

Los métodos de depuración de aguas residuales se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Las canalizaciones de desagüe construidas por los romanos todavía funcionan en nuestros días. Aunque su principal función era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua viajaban grandes cantidades de materia orgánica. Hacia finales de la edad media empezaron a usarse en Europa excavaciones subterráneas privadas primero y, más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.

Unos siglos después se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. Al principio estuvo prohibido arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía salir beneficiada si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición. Un sistema de este tipo fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales hacia la parte baja del Támesis, en Londres. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos. A pesar de que existían reservas respecto a estos por el desperdicio de recursos que suponían, los riesgos para la salud que planteaban y su elevado precio, fueron muchas las ciudades que los construyeron.

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el

tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más dentro del tratamiento químico, con el objetivo de desinfectar el agua y hacerla apta para el consumo humano.

La cantidad total de agua que existe en la Tierra, en sus tres fases (sólida, líquida y gaseosa) siempre se ha mantenido constante. Esto ha sido posible gracias a un ciclo cerrado (evaporación, precipitaciones, infiltraciones, salida al mar) conocido como ciclo hidrológico del agua.

Se puede definir este ciclo como un seguido de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre a la atmósfera en forma de vapor (evaporación directa y transpiración de las plantas y animales) y más tarde regresar en estado líquido o sólido.

El vapor de agua es transportado por la circulación atmosférica y más tarde se condensa, formando así, nieblas y nubes. El agua contenida en las nubes regresará a la superficie terrestre en forma de nieve, granizo o lluvias. Las aguas que precipitan en tierra pueden tener varios destinos: una parte es devuelta directamente a la atmósfera por evaporación, otra parte se infiltra en el suelo y la parte que queda se desliza formando ríos hasta ir a desembocar a lagos y océanos.

El uso del agua para nuestro consumo diario y como elemento para el desarrollo de muchas actividades industriales, agrícolas... y también urbanas hace que las aguas limpias se conviertan en aguas residuales, es decir, aguas contaminadas. Como hemos visto, el agua no es un bien ilimitado, por lo tanto al contaminarla nos estamos perjudicando a nosotros mismos. Por esta razón controlar la contaminación de las aguas es uno de los factores más importantes para la continuidad del equilibrio entre el hombre y el medio en el cual vive y la prevención, reducción y eliminación de los contaminantes de esta agua es una necesidad prioritaria en la actualidad. Para mantener este control se construyen las estaciones depuradoras, que se encargan de reducir la contaminación hasta niveles asumibles por la naturaleza.

Debido al ciclo hidrológico del agua, estas aguas contaminadas nos vuelven en forma de lluvias, por lo que antes de ser consumida la debemos tratar, y esta es la función básica de las potabilizadoras, conseguir un agua desinfectada y limpia de contaminación, evitando así el riesgo de salud, epidemias...

Por contaminación de las aguas se entiende el aporte de materias o formas de energía de una manera directa o indirecta que impliquen una alteración o modificación de su calidad en relación a sus usos posteriores o a su función ecológica.

Del mismo modo que todos pedimos una red de abastecimiento, también es necesaria una de saneamiento para depurar las aguas. Hasta hace bien poco no se le daba importancia al tratamiento del agua, pero en vista de los grandes problemas que aporta la contaminación, la construcción de plantas depuradoras y potabilizadoras va en aumento. Gracias a programas de saneamiento y de depuración de aguas residuales que permiten la vuelta del agua a su estado natural, eliminando los elementos contaminantes y protegiéndola, se está consiguiendo una mejor calidad en el agua de los ríos de toda España.

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- Vertidos urbanos
- Vertidos industriales
- Contaminación difusa (lluvias...)

1.2- Aguas residuales urbanas

Llamamos aguas residuales urbanas a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua. La contaminación que originan los núcleos urbanos procede de la utilización

del agua en los servicios domésticos, en la limpieza de locales comerciales y en el servicio público. Por otra parte, las aguas pluviales que provienen de las zonas urbanas, aportan también, una carga importante de contaminación.

La contaminación principal de las aguas residuales domésticas está formada por materia orgánica, tanto en suspensión como en disolución, que en gran parte son de tipo degradable.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas procedentes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

1.3– Aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

1.4– Clasificación de los contaminantes

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.

Contaminantes orgánicos:

Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

a) Proteínas: proceden fundamentalmente de excreciones humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

b) Carbohidratos: incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas y desperdicios de las excreciones humanas.

c) Aceites y grasas: Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

d) Otros: incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensioactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

Contaminantes inorgánicos:

Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industria. Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicos, metales, etc.

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

1.5- Contaminantes habituales en las aguas residuales

Arenas

Entendemos como tales una serie de partícula de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

Grasas y aceites

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

Residuos con requerimiento de oxígeno

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo consumiendo oxígeno del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

Nitrógeno y fósforo

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

Agentes patógenos

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

1.6- Recorrido del agua hasta las plantas depuradoras

Una vez generadas, las aguas residuales recorren un largo camino antes de ser devueltas a la naturaleza. Todas las aguas residuales urbanas son recogidas por la red de alcantarillado y sucesivamente por los colectores, las estaciones de bombeo hasta llegar a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.):

Colectores:

Son las arterias principales de la red de alcantarillado de todos los municipios. Su función es recoger las aguas residuales del alcantarillado y llevarlas a las estaciones de bombeo o a los emisarios. También existen colectores que unen varias estaciones de bombeo entre ellas y las depuradoras.

Suelen ser conducciones subterráneas de longitud y sección muy variable. Durante su recorrido, se dejan salidas hacia el exterior en forma de tapas de registro con la finalidad de poder efectuar el mantenimiento necesario.

Existen dos tipos de colectores:

Colector concentrador: Se encarga de recoger o concentrar todas las aguas residuales generadas dentro de un sistema.

Colector interceptor: Es aquel que intercepta y recoge las aguas residuales para llevarlas hasta un colector concentrador.

Emisarios y estaciones de bombeo:

Los emisarios y las estaciones de bombeo son instalaciones donde se reciben las aguas residuales que son recogidas por la red de alcantarillado. Normalmente, estas instalaciones se encuentran situadas en las cotas bajas de los municipios para poder recoger sin ningún tipo de gasto energético y por acción de la gravedad las aguas residuales.

Los emisarios captan las aguas residuales en una cámara de recepción bastante pequeña y usando bombas las impulsan hacia un tubo submarino que suele estar entre 300 y 500 metros mar adentro. Estas aguas solo son tratadas con una separación de sólidos mediante unas rejillas de desbaste. Actualmente están siendo substituidos por las estaciones de bombeo. También pueden ser conductos que se encargan de llevar el agua que sale de las depuradoras (después de recibir el tratamiento) hasta mar adentro y liberarla allí en vez de ser vertidas directamente al río.

Las estaciones de bombeo son, básicamente, iguales que los emisarios, solo que en vez de lanzar el agua al mar se encargan de llevarla hacia otras estaciones de bombeo o a las estaciones depuradoras.

1.7- ¿Qué es una EDAR?

Las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) son, como su propio nombre indica, plantas dedicadas a la depuración de aguas residuales, cuya función básica es reducir la contaminación de las aguas antes de ser vertidas, para que no causen impactos medio ambientales y alteren así el estado normal de la naturaleza.

Dependiendo del tipo de tratamiento que usen, las E.D.A.R. pueden ser:

Físico-químicas: La depuración se produce mediante un tratamiento en el que se le añaden al agua reactivos químicos para favorecer la decantación de sólidos en suspensión presentes en el agua.

Biológicas: la depuración tiene lugar mediante procesos biológicos. Estos procesos se realizan con la intervención de microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, en suspensión presente

en el agua, transformándola en sólidos sedimentables más fáciles de separar.

Las depuradoras tienen dos líneas de funcionamiento: la línea de aguas y la línea de fangos.

Línea de aguas: Corresponde a la parte del proceso de depuración que se centra únicamente en el tratamiento de las aguas residuales.

Línea de fangos: En la línea de aguas se generan gran cantidad de desechos (llamados fangos). La línea de fangos se encarga de tratar los fangos reduciéndolos lo máximo posible y haciéndolos menos contaminantes.

1.8- Funcionamiento de una E.D.A.R. según el tipo de tratamiento

Dependiendo de si la planta depuradora trata sus aguas con un proceso físico-químico o biológico el proceso variara sustancialmente:

Funcionamiento de una E.D.A.R. físico-química:

Las plantas depuradoras que funcionan mediante este proceso están siendo sustituidas, actualmente, debido a los grandes gastos que supone el adherir productos al agua y los mejores rendimientos de eliminación que se consigue con los tratamientos biológicos. Además es menos natural y puede producir mayores problemas.

LÍNEA DE AGUAS:

1- Llegada del agua: El agua llega a la depuradora, mediante un colector concentrador, de las industrias y núcleos urbanos.

2- Pretratamiento: Proceso en el que se eliminan los sólidos grandes, arenas y grasas.

3- Coagulación-floculación: El agua pasa por un medidor de caudal y llega al recinto de coagulación-floculación. Aquí se le añaden productos químicos al agua para que la materia en suspensión más pequeña coagule y forme flóculos de mayor tamaño, gracias a esto se facilita el proceso de decantación posterior.

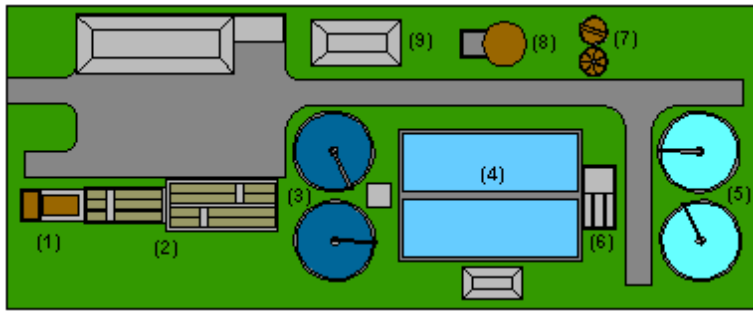
4- Decantación primaria: El agua sale del recinto de coagulación-floculación y pasa a un recinto de forma rectangular o circular, donde se produce la decantación de los flóculos de materia orgánica y inorgánica que se depositan en el fondo del decantador, vertiendo el agua depurada de nuevo al río.

LINEA DE FANGOS:

5- Espesador de fangos: La materia decantada (fangos) se purga de los decantadores y se bombea hasta los espesores con la intención de concentrarla, mezclarla y homogeneizarla, para poder tratarla posteriormente con más eficacia y a menor coste.

6- Digestión: Los fangos espesados son conducidos a un recinto para proceder a su estabilidad, es decir, eliminar su parte fermentable. Este es un proceso que se puede realizar aprovechando la actividad biológica de los propios microorganismos presentes en los fangos o mediante la adicción de compuestos químicos. Este proceso puede ser de tipo aeróbico o anaerobio.

7- Deshidratación de fangos: Mediante este proceso se pretende reducir el contenido de agua en los fangos para disminuir su volumen haciéndolos más fáciles de manipular.



Funcionamiento de una E.D.A.R. biológica:

LÍNEA DE AGUAS

1- Llegada del agua: Igual que en el proceso físico-químico, el agua llega a la depuradora por medio de un colector concentrador.

2- Pretratamiento: Se eliminan los sólidos grandes, arenas y grasas.

3- Decantación primaria: El agua pasa por un medidor de caudal y luego a un recinto de forma rectangular o circular donde se decantan los materiales. Este proceso es opcional, dependiendo del grado de contaminación que trae el agua a las depuradoras biológicas.

4- Reactor biológico: El agua llega del pretratamiento o la decantación primaria a un recinto donde la materia orgánica que contienen las aguas residuales es digerida, por microorganismos contenidos en el agua, de una manera natural. Para que el número de microorganismos crezca y puedan llevar a cabo su actividad metabólica, se incorpora aire u oxígeno puro.

5- Decantación secundaria: Recinto de forma rectangular o circular donde se produce la separación del agua depurada y los fangos biológicos.

LÍNEA DE FANGOS

6- Recirculación de fangos: Es el caudal de fangos decantados que hace falta retornarlo al reactor biológico para asegurar la actividad biodegradante de los microorganismos.

7- Espesador de fangos: Igual que en la E.D.A.R. físico-química.

8- Digestión: La digestión se puede incluir o no en un tratamiento biológico en función del tipo y grado de estabilización de fangos conseguidos en los procesos anteriores. Si se realiza es igual que la de una E.D.A.R. físico-química.

9- Deshidratación de fangos: Igual que en una planta físico-química.

1.9- ¿Qué es una ETAP?

Las ETAP (Estaciones de Tratamiento de Agua Potable), a diferencia de las EDAR, son estaciones que se encargan de tratar el agua con el fin de hacerla apta para el consumo humano. Las aguas suelen ser captadas del río en un punto superior de donde vierten sus aguas las EDAR, ya que las aguas vertidas por las depuradoras tiene aún una cierta contaminación.

El proceso que sigue una ETAP es similar al de una EDAR. El agua recibe los siguientes tratamientos el siguiente:

1- Desbaste: Al igual que en las depuradoras, el agua se hace pasar por unas rejillas que se encargan de separar los grandes sólidos presentes en el agua.

2- Clarificación: En este proceso se separa la materia más pequeña contenida por el agua mediante un tratamiento del tipo físico-químico, es decir, añadiendo un producto (generalmente cloruro férrico o óxido de aluminio) que se encargan de coagular la materia disuelta en el agua. Más tarde se le añade un polielectrolito (macromolécula) que se encarga de juntar los coágulos anteriores dando como resultado agrupaciones de mayor tamaño a los que llamamos flóculos. Por último, se procede a decantar los flóculos obtenidos anteriormente.

3- Filtración: Para acabar definitivamente con cualquier tipo de materia en suspensión o disolución se pasa el agua por un lecho de carbón activo. El agua se filtra por el carbón activo que está dispuesto en capas de diferente granulometría, por lo que conseguimos que hasta la materia más pequeña quede retenida en el carbón.

4- Desinfección: Por último se desinfecta el agua para hacerla apta para el consumo humano. Los desinfectantes que se suelen usar en este proceso suelen ser Ozono (con un gran poder bactericida), rayos ultravioleta y cloros y sus derivados.

Después de este tratamiento el agua se envía a las redes de abastecimiento de los núcleos urbanos dando como resultado el agua que nos llega a los grifos de casa.

Como más tarde veremos, los procesos que llevan a cabo las depuradoras y las potabilizadoras son muy parecidos, sin embargo, el objetivo final de cada una de ellas es muy diferente. La finalidad de las depuradoras es acabar con la materia presente en el agua y limpiándola así de contaminación, por el contrario, las potabilizadoras tienen como objetivo la desinfección del agua, permitiéndonos así consumirla sin riesgos para la salud. Como he explicado, esta desinfección se lleva a cabo mediante la adición de cloros, ozono y rayos ultravioleta, esta parte del proceso es característica de las potabilizadoras.

En este trabajo me centraré en el tratamiento de las aguas residuales que se realiza por las depuradoras. La depuradora consta de varias líneas de funcionamiento:

- Línea de aguas: En este proceso es donde se depura el agua siguiendo una serie de etapas como desbastes, decantaciones...

- Línea de fangos: Al depurar el agua, se generan una serie de residuos a los que llamamos fangos. Estos fangos han de ser tratados para que no dañen el medio ambiente. Se suelen tratar llevándolos a vertederos, incineradoras o estaciones de compostaje, donde es tratada para reutilizarlo como abonos, fuente energética...

- Línea de gas: Cuando tratamos estos fangos, obtenemos unos gases en la digestión de los mismos que pueden ser aprovechados consiguiendo de ellos energía necesaria para los diferentes procesos de la línea de fangos. En muchas depuradoras estos gases no se aprovechan y se queman mediante antorchas.

El proceso de depuración es relativamente fácil y económico, el verdadero problema lo tenemos en los fangos obtenidos, que se han de tratar, reducir y eliminar sin perjudicar al medio ambiente.

2- LÍNEA DE AGUA DE UNA DEPURADORA

2.1- Caudal de entrada

El caudal de entrada a las estaciones depuradoras puede variar muy bruscamente en caso de lluvia. La mayoría de poblaciones no disponen de una buena red de alcantarillado separativa, es decir, que el agua residual que se

conduce a la depuradora no se mezcla con el agua de la lluvia que se desliza por los tejados y las calles. Hoy por hoy, la mayoría de redes de alcantarillado son unitarias y cuando llueve parte del agua no se puede tratar en las estaciones depuradoras y se desvía por los aliviaderos. Aunque a menudo es posible tratar el doble o más de lo habitual, el caudal de entrada, puede llegar hasta niveles no asumibles por las plantas de tratamiento actuales (se superan los caudales llamados máximos y punta, valores característicos que limitan la capacidad de admisión de las instalaciones). En caso de lluvia, una parte considerable del agua residual va directamente al río, diluida, eso sí, con una gran cantidad de agua que ha caído del cielo.

Aparte, el caudal de entrada varía considerablemente según la época del año. En vacaciones, disminuye en la mayoría de poblaciones industriales y aumenta extremadamente en las poblaciones costeras con instalaciones turísticas. Por este motivo, este tipo de poblaciones disponen de una EDAR que trabaja a pleno rendimiento durante los meses más cálidos (temporada alta). Lo que queda de año trabajan muy diferente; en ocasiones, hasta se para alguna de las diferentes líneas de tratamiento de las que suelen disponer estas depuradoras.

2.2- Pozo de gruesos

A la entrada de una depuradora, el agua llega cargada de sólidos de un gran volumen que han de ser extraídos para que no obstruya las bombas y maquinarias usadas en los diferentes tratamientos a la que es sometida. A esta fase la llamamos tratamiento previo, que se divide en diferentes partes:

Separación de grandes sólidos: Consiste en un pozo, situado a la entrada del colector a la depuradora, donde las paredes tienen una inclinación que facilitan el descenso de los sólidos y las arenas decantadas en una zona específica, que facilite su posterior extracción por medio de una cuchara bivalva de accionamiento electrohidráulico conectada a una grúa. Este tratamiento suele eliminar materiales de un tamaño superior a unos 10 o 15 cm.

Imagen 1. Pozo para

separación de grandes

sólidos

Predesebaste: Después de la separación de grandes sólidos el agua pasa por una reja de predesebaste que impide a las materias de un tamaño normalmente superior a 6 cm. que pasen. Las rejillas deben ser purgadas constantemente, ya que sino quedarían obstruidas. Esto se consigue por medio de elementos móviles y de limpieza automáticos, que peinan las rejillas y arrastran la suciedad hasta una cinta transportadora. Actualmente existen varias máquinas que se encargan de esta función, como por ejemplo las rejillas planas e inclinadas con peines que son movidas por cadenas o las rejillas curvadas con peines giratorios.

Desbaste: Seguidamente el agua pasa por otras rejillas, esta vez con un paso libre entre barrotes de 15 a 50 mm variando según el tipo de materiales que lleguen a la depuradora y el afinamiento que se le quiera dar.

Imagen 2. Rejilla plana e inclinada con peines de limpieza movidas por cadena.

Descarga de residuos sobre cinta transportadora

Los objetivos del paso del agua por las diferentes rejillas son, esencialmente:

- Proteger la EDAR de la posible llegada de grandes objetos capaces de provocar obstrucción en las distintas unidades de la instalación.
- Separar y evacuar fácilmente las materias de gran volumen arrastradas por el agua bruta, que podría

disminuir la eficacia de los tratamientos siguientes.

2.3– Pretratamiento

Después de pasar por el pozo de gruesos, el agua pasa a ser elevada por medio de bombas o tornillos sin fin, también llamados tornillos de Arquímedes. Desde aquí es impulsada a una altura (o cota de nivel) suficiente que le permita circular por todos los elementos de la planta hasta el final, simplemente por desnivel.

El pretratamiento se encarga de afinar la operación de extracción de sólidos dejando el agua limpia de materiales que se puedan ver a simple vista. Consiste en dos partes: Reja de finos o tamizado y desarenador–desengrasador.

Reja de finos o tamizado: El tamizado consiste en una nueva filtración para extraer los materiales más pequeños. Según las dimensiones de los orificios de paso, podemos distinguir:

- Macrotamizado: Una chapa o enrejado metálico con un paso comprendido entre los 0.3 y los 3 mm
- Microtamizado: Una tela metálica o plástica de malla inferior a 100 micras. Se utiliza para eliminar materia como el plácton o en aguas residuales ya tratadas antes de su vertido final.

Imagen 3. Tamiz estático autolimpiante **Imagen 4.** Tamiz rotatorio

Desarenador–desengrasador: El pretratamiento se acaba aquí, donde se extraen las arenas y grasas aireando y removiendo el agua con un procedimiento mecánico para que las grasas floten y las arenas se hundan, ya que estas sustancias interfieren físicamente en el proceso de depuración acumulándose en los decantadores en forma de sedimentos y interfiriendo en el intercambio de gases en el reactor biológico a causa del aislamiento que producen las grasas.

- Desarenado: El desarenado tiene por objetivo el eliminar las materias pesadas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes.

Aunque esta operación está pensada para eliminar arenas (incluyendo aquí las gravas y partículas minerales), también se eliminan otros elementos de origen orgánico, difíciles de desintegrar como granos de café, semillas, huesos...

- Desengrasado: Su objetivo es eliminar las grasas, aceites, espumas y otras sustancias de densidad inferior a la del agua, que pudieran distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

El desengrasado se realiza agregando finas burbujas de aire, para que las grasas se dispersen y facilitando así su flotación. Normalmente, las grasas concentradas, se almacenan en contenedores especiales y se envían a un vertedero. En el caso de que se disponga de horno de incineración de fangos en la depuradora, las grasas pueden incinerarse en ellos.

La mayoría de los residuos generados en el pretratamiento (arenas, grasas, sólidos grandes...) se compactan y se recogen en contenedores. Finalmente, se retiran a vertederos de residuos sólidos urbanos o a plantas de compostaje donde son tratados para que puedan ser rutilizados como abono.

2.4– Deposito de laminación o balsa de homogeneización

El caudal tratado en las E.D.A.R. suele fluctuar a lo largo del día según el consumo de agua efectuado por la población y la industria. Por este motivo, y principalmente frente a las grandes variaciones diarias de caudal

que se detectan en los núcleos con un considerable componente industrial, a continuación del pretratamiento es habitual construir un depósito de laminación de caudales. Aunque oscila su nivel a lo largo de la jornada, evita que estas variaciones bruscas de caudal, junto con las de grado de contaminación del agua residual, se transmitan al resto de la línea de tratamiento y estropee su funcionamiento.

2.5- Tratamiento físico-químico

El principal objetivo del tratamiento físico-químico, como tratamiento primario, es la reducción de los sólidos en suspensión. En algunos casos como consecuencia del tratamiento, se pueden obtener reducciones importantes de fósforo, ciertos metales pesados, etc., lo cual puede llegar a constituir la razón principal para la adopción de este tipo de tratamientos. De todas formas, este tipo de tratamiento está cada vez más en desuso debido a sus bajos niveles de depuración y su alto coste frente a tratamientos alternativos como los biológicos.

Después del tratamiento anterior (pretratamiento) el agua queda limpia de arenas, grandes sólidos... pero no de partículas coloidales que además suelen ser muy estables y no se agregan entre sí, por lo cual se hacen difícil de separar. El tratamiento físico-químico consigue que estos coloides se agreguen mediante la adición de un coagulante (generalmente FeCl_3) y de esta manera se forman coágulos, que más tarde se asocian, mediante la adición de un polielectrolito (macromolécula) dando como resultado unos flóculos. Estos flóculos tienen un tamaño y un peso suficiente como para que sedimenten y así se pueden separar del agua en una decantación posterior.

Hace tan solo unos años, el tratamiento de las depuradoras acababa después de una decantación para que decantaran los flóculos formados anteriormente. El agua quedaba limpia de grandes sólidos y pequeñas partículas, pero no de materia orgánica. Al salir de aquí tenía una calidad bastante mala que dejaba los ríos bastante contaminados, por lo que se ha optado por tratamientos alternativos.

2.6- Decantación primaria

No todas las depuradoras disponen de este paso, que lo añadan o no dependerá del grado de suciedad del agua. La decantación primaria tiene como propósito reducir los sólidos en suspensión de las aguas residuales (que no han podido ser retirados en los tratamientos anteriores debido a su reducido tamaño) por acción de la gravedad. En consecuencia sólo se pueden eliminar los sólidos sedimentables y las materias flotables.

El agua llega de los tratamientos anteriores a un recinto (normalmente circular o rectangular) donde se deja reposar durante varias horas. En este tiempo, los detritos se depositan en el fondo del depósito formando lo que llamaremos fangos primarios.

Imagen 5. Decantador circular de alimentación periférica

2.7- Tratamiento biológico

Una segunda parte importante en el proceso de depuración es la eliminación de la suciedad que el agua tiene disuelta o en suspensión. El tratamiento biológico se encarga de favorecer el crecimiento de bacterias y otros organismos propios del agua (principalmente protozoos) que se alimenta de la materia orgánica. Se mantienen en un depósito llamado reactor biológico.

Estos microorganismos (de tamaño microscópico), para poder asimilar la materia orgánica, necesitan una cantidad importante de oxígeno, que generalmente se añade por medio de una inyección de aire en el reactor biológico. El aire se suele añadir mediante la agitación mecánica y superficial del agua con una serie de turbinas o otros rotores. En otros casos, a través de unos difusores sumergidos que reciben el aire de motores impulsores muy potentes (llamados sopladores).

El sistema de fangos activos se basa en un proceso biológico heterotrófico aeróbico (con necesidad de una fuente de carbono y nitrógeno orgánicos). La transformación de la materia orgánica en una masa insoluble (fangos) requiere energía, que se obtiene de la oxidación de la misma materia orgánica del agua residual. En el fango del tanque de aireación también contiene hongos y un gran número de pequeños protozoos ciliados, que ayudan a metabolizar la materia orgánica presente en el agua residual y que al mismo tiempo sirven para mantener las poblaciones de protozoos depredadores de bacterias (esencialmente ciliados y amebas) y ciertas especies de animales pluricelulares (nematodos y rotíferos). El hecho que predominen unas poblaciones o otras dependerá de una serie de factores, entre los cuales hay que remarcar la aportación orgánica y de nutrientes así como el tiempo de retención del agua y del fango en el tanque de aireación. El fango (una mezcla de microorganismos y restos de la transformación del agua residual) se puede separar fácilmente porque tiende a unirse gracias a un mucílago con capacidad absorbente que segrega las mismas bacterias, y forma unos flóculos pesados con tendencia a decantar.

2.8- Decantación secundaria

La decantación secundaria se encarga de eliminar la materia que, el reactor biológico, se ha encargado de juntar en pequeños flóculos sedimentables. El sistema es, básicamente, igual que en la decantación primaria.

El agua entra en el decantador secundario llena de pequeños flóculos de materia orgánica, que, tras unas dos horas de reposo, van decantando en el fondo. Después, un aspirador se encarga de succionar los fangos depositados en el fondo del decantador.

Aquí es donde termina el proceso de depuración del agua en la mayoría de las plantas depuradoras, después de este tratamiento se vierte al río y más tarde llegará al mar con unos niveles de contaminación despreciables. Sin embargo hay veces que se necesita una mejor calidad del agua para usos como por ejemplo el riego, entonces el agua recibe un tratamiento terciario del que hablo en mi próximo punto.

2.9- Tratamiento terciario

En algunos casos, el agua tratada se somete a tratamientos de afinamiento consistentes, por ejemplo, en una filtración rápida por un lecho de arena y grava, que extrae pequeños flóculos de fango, difícilmente decantables (y por lo tanto no han podido ser retirados en los tratamientos anteriores) y consigue una mejora en la calidad del agua. También se consideran tratamientos de afinamiento o terciarios la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) la desinfección y regeneración del agua tratada. En algún caso muy particular la eliminación de nitrógeno se realiza dentro del tratamiento secundario o biológico.

Sistemas de eliminación de nutrientes

El nitrógeno y el fósforo son elementos nutritivos para el desarrollo de vegetales acuáticos. El incremento de la temperatura favorece considerablemente el desarrollo de estas plantas cuando el contenido en nutrientes (nitrógeno y fósforo) en el agua es importante. Durante el día la fotosíntesis fija el CO₂ gaseoso y libera oxígeno y durante la noche la respiración consume el oxígeno disuelto en el agua, produciendo una desoxigenación que es mortal para muchos peces, por este motivo es interesante, (siempre que sea necesario, pues el tratamiento es muy caro y no siempre es imprescindible) eliminar estos elementos del agua antes de verterla al río.

En buena parte, los cursos fluviales de nuestro país han estado declarados zonas sensibles por el plan de saneamiento. El motivo es, o bien porque esta zona se destinará a la obtención de agua potable, o bien porque posea un carácter autotrófico o pueda llegar a adquirirlo en caso de no recibir protección adecuada. En estos casos es cuando se debe proceder a la eliminación de los nutrientes presentes en el agua. Se trata de evitar el crecimiento masivo de algas que causan la posterior putrefacción del agua de los ríos y embalses (fenómeno llamado eutrofización).

La eliminación del nitrógeno, a través de un proceso de nitrificación–desnitrificación, se consigue por sistemas biológicos empleando variantes de los sistemas de fangos activos. Se basa en dos fases sucesivas:

- La primera consiste en transformar el nitrógeno orgánico y amoniacal del tanque de aireación en nitratos, cosa que se conseguimos al poner en contacto agua residual y fangos activos con oxígeno disuelto, después de un tiempo unas bacterias se encargan de llevar a cabo esta transformación.
- Una segunda fase se encargará de desnitrificar el agua, en este caso sin presencia de oxígeno disuelto, para facilitar que los nitratos sean transformados a compuestos gaseosos de nitrógeno, nitrógeno gas y óxidos de nitrógeno, que serían liberados espontáneamente a la atmósfera. La desnitrificación se produce gracias a unas bacterias que, ante la falta de oxígeno disuelto en el agua son capaces de usar los nitratos y nitritos para respirar. Gracias a esto, ha sido posible diseñar sistemas capaces de eliminar el nitrógeno del agua residual.

La eliminación de los compuestos de fósforo (desfosfatación) se consigue, generalmente, por sistemas físico–químicos: incorporando el fósforo a los sólidos en suspensión, haciéndolo precipitar a base de algún agente coagulante, como el cloruro férrico (III), que se dosifica en el fango del reactor biológico antes de entrar en los decantadores, y eliminando a continuación el conjunto de estos elementos en forma de lodos. También existen sistemas biológicos eficaces para la eliminación del fósforo, que consiste en introducir unas determinadas condiciones para que proliferen los microorganismos del fango activo, de manera que absorba la máxima cantidad de fósforo, que posteriormente también se eliminará en forma de lodo.

2.10– Reutilización y regeneración del agua residual depurada

El agua de abastecimiento de una población suele provenir de los ríos. Las aguas residuales que genera esta población son tratadas en la depuradora y después se vierten de nuevo al medio, en un tramo del río inferior de donde habían sido captadas. Más tarde el agua vuelve a ser recogida por una potabilizadora para abastecer de agua potable otra población, con lo que se reutiliza el agua depurada de forma continua, y así sucesivamente para abastecer a todos los núcleos urbanos en el largo recorrido del río.

Siempre hay que respetar un caudal ecológico (también llamado mínimo o de compensación) a la hora de captar aguas, con el fin de no acabar con la flora y la fauna que habita en el medio. Este problema puede desaparecer reutilizando parte del agua depurada anteriormente siempre que sea posible.

A causa de la salinización por sobreexplotación de muchos de los pozos de las poblaciones de la costa, se está impulsando la reutilización del agua residual depurada para usos como el riego de parques y jardines, campos de golf, usos industriales... En estos casos, se efectúa una regeneración del agua residual biológicamente, para conseguir un agua apta para el riego, entre otras posibilidades. Este tratamiento específico es del tipo físico–químico. Consiste, básicamente, en una mezcla rápida de agua con sulfato de alúmina (otro agente coagulante) y un polielectrolito, y separación de los fangos generados por sedimentación en un decantador especial. Posteriormente, el agua decantada es impulsada a través de una serie de filtros a presión llenos de tierra, donde se retienen algunos sólidos que aún puedan quedar en suspensión. Finalmente, se efectúa la desinfección mediante una cloración del agua. Este tipo de proceso se usó, por ejemplo, por la depuradora de Tarragona que se encarga de abastecer el parque de atracciones Port Aventura para todas las atracciones de agua o para el riego de campos de golf.

3– LÍNEA DE FANGOS DE UNA DEPURADORA

3.1– Espesamiento

En los tratamientos anteriores se generan una cantidad de residuos en donde se concentra la contaminación eliminada (fangos). Al retirarlos también nos llevamos una gran cantidad de agua (aproximadamente un 95%) por lo que ocupan volúmenes importantes y facilitan la putrefacción de los mismos. La finalidad del

espesamiento o espesado es reducir el volumen de los fangos mediante la eliminación parcial de esta agua.

Los tipos de espesamiento más utilizados son:

- Espesamiento por gravedad: En este proceso los fangos son conducidos a un espesador, generalmente circular, por medio de tuberías. Tienen un diseño parecido al de un decantador y tiene un mecanismo giratorio con unas rasquetas de fondo para el barrido de los fangos y su conducción a un agujero situado en el centro desde donde se extraen más tarde.

Imagen 6. Esquema de un tanque espesador

En el espesador los fangos permanecen varias horas y en este tiempo se van depositando en el fondo del espesador, quedando por una parte agua y por otra los fangos que son extraídos por succión. El agua que sale de este proceso se vuelve de nuevo al principio de la depuradora para que vuelva a ser depurada.

Este tipo de espesamiento se usa en fangos primarios y mixtos (primarios y secundarios) debido a su capacidad para sedimentar y a que los fangos no tienen una concentración de fango en agua superior al 2 ó 2,5% (básico para el buen funcionamiento del espesador)

- Espesamiento por flotación: Este proceso se basa en que cuando se introduce aire a presión en un líquido con cierto contenido de sólidos, parte de las burbujas se fijan a ellos y los hacen flotar. Los fangos más pesados y que no se fijan a las burbujas tienden a sedimentar.

Más tarde un rascador superficial se encarga de retirar los fangos que quedan flotando en el líquido. Los fangos sedimentados son recogidos por un rascador de fondo y conducidos hacia el centro del tanque, donde son absorbidos.

- Espesamiento mediante métodos mecánicos: Existen otros métodos mecánicos como centrifugas espesadoras, espesadores rotativos, etc. que se basan en los mismos métodos que la deshidratación mediante centrifugas, que más adelante explicaré.

3.2– Digestión anaerobia

Los fangos, después de pasar por el espesador, son llevados a unos depósitos separados, llamados digestores anaerobios, donde se procede a su estabilización. Esta estabilización se consigue mediante un procedimiento biológico que permite una degradación importante de la materia orgánica por medio de una fermentación llevada a cabo por unos microorganismos en un recinto cerrado y en ausencia de aire. De esta fermentación se obtienen ciertos gases, sobre todo: metano y dióxido de carbono.

Este es un proceso lento, y que requiere ciertas condiciones de temperatura, un pH adecuado, tiempo de duración... con el fin de que las bacterias proliferen y puedan metabolizar la materia orgánica correctamente.

Los lodos que llegan al digestor contienen abundantes alimentos y microorganismos, que durante el proceso de digestión se convierten en elementos más simples y estables. Como el proceso se desarrolla en ausencia de aire, el oxígeno contenido en la materia orgánica, junto con el presente en nitratos, sulfatos... es utilizado por los organismos anaerobios, produciendo elementos que se emplean en el propio proceso de digestión, como son: metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y agua.

Imagen 7. Esquema del calentamiento de fangos en un digestor

Para que esto se lleve a cabo se requiere al menos dos grupos distintos de organismos, que descompongan la materia orgánica y que produzcan metano, quedando así los lodos estabilizados.

Como he dicho antes, el fango debe estar dentro del digestor a una temperatura adecuada (de unos 35 °C) para que los microorganismos no mueran. Esto se consigue recirculando el lodo de dentro del digestor y llevándolo a un intercambiador de calor que aumenta su temperatura. Este intercambiador obtiene la energía necesaria para calentar el fango del mismo biogás que se extrae del proceso de digestión, llevándolo a unas calderas que calientan agua y esta a su vez, calentará los fangos (imagen 7). El biogás sobrante se almacena en un tanque llamado gasómetro y si aún así sigue sobrando se quema mediante una antorcha y se libera a la atmósfera.

3.3– Deshidratación

De los tratamientos anteriores de fangos, la reducción de agua en ellos es mínima y esto hace que tengan un gran volumen, por lo que es necesario eliminarla. La deshidratación se encarga de eliminar, en buena parte, el agua de los fangos.

Existen varios tipos de máquinas para deshidratar los fangos, como los filtros de banda o las centrífugas, pero actualmente el más usado es la deshidratación por medio de centrífugas:

- Filtros banda: De una manera muy resumida, los filtros de banda son dos rodillos por los que pasa el fango, los rodillos se encargan de escurrirlo y separa, por un lado el fango deshidratado y por otro el agua. Esta agua sobrante es llevada de nuevo al principio de la planta para que vuelva a depurarse.

Imagen 8. Filtro banda

Este tipo de tratamiento está en desuso debido a su coste de mantenimiento y su bajo rendimiento en comparación con los resultados obtenidos con los deshidratadores centrífugos.

- Centrífugas: Consisten, esencialmente, en un tambor cilindro-cónico de eje horizontal girando a gran velocidad. El fango a deshidratar se introduce en la cuba a través de la conexión de entrada por medio de un tubo de alimentación; una vez en el interior del tambor y debido a la fuerza centrífuga producida por el giro de éste, la parte más pesada de la mezcla se deposita en las paredes, de donde es arrastrada a la salida de sólidos por un tornillo helicoidal que gira a diferente velocidad que el tambor. El agua, al tener un peso específico distinto que el de los sólidos, ocupa dentro del tambor distintas zonas, formando un anillo interior al formado por los sólidos.

Imagen 9. Corte longitudinal de una centrífuga

Después de este proceso, los fangos salientes contienen un porcentaje de agua del 75%, que si se quiere reducir, más tarde se procederá a un secado térmico del que luego hablaré.

4– LÍNEA DE GAS DE UNA DEPURADORA

4.1– ¿En qué consiste?

La línea de gas se encarga de aprovechar los gases obtenidos en la digestión anaerobia de los fangos para equipos instalados en la misma planta o incluso (si se dispone de motores) generar electricidad.

Debido al poder calorífico del gas de digestión que oscila sobre las 5.500 Kcal / m³, es interesante emplearlo para diversos fines. El gas se recoge del digestor y por medio de unas tuberías se lleva hasta un gasómetro donde es almacenado. Más tarde es utilizado para alimentar las calderas de agua caliente que, mediante intercambiadores de calor agua-fango, comunicarán a éste la temperatura óptima para mantener el proceso de digestión.

En plantas depuradoras de gran tamaño, el gas producido en la digestión excede las necesidades para el

calentamiento del fango, por lo que es posible emplearlo para otras finalidades. Una de estas posibilidades, la más usual hoy en día, es utilizarlo como combustible de alimentación a motores que hacen funcionar un generador de energía eléctrica para el aprovechamiento de la misma en la planta

4.2- Características del gas de digestión

El gas biológico contiene, fundamentalmente, metano, anhídrido carbónico y otros productos en baja proporción. Está generalmente saturado en agua. Su naturaleza varía en función de la calidad del efluente y del control de la fermentación. La composición media en volumen del gas biológico aproximadamente es:

Metano.....	65%
CO ₂	32%
N ₂	1-2%
H ₂ S.....	0,03%
Otros.....	0,07%

El metano tiene un poder calorífico de 8.560 Kcal / m³ y es el que consigue que el poder calorífico del gas suba a valores de 5.500 Kcal /m³ cuando se encuentra en una proporción de 65%.

El gas que realmente interesa es el metano que es el que hace aumentar el poder calorífico del biogás, los restantes gases son trazas indeseables que empeoran su calidad.

El gas carbónico y el vapor de agua por el volumen que ellos ocupan en el cilindro perjudican el funcionamiento del motor, reduciendo la potencia en los motores de aspiración natural. En los motores sobrealimentados, el gas carbónico actúa como retardador de la detonación, efecto favorable, y como relentizador de la combustión efecto desfavorable.

El anhídrido sulfídrico, H₂S provoca corrosión sobre los sistemas de alimentación y las partes calientes de la máquina. Por este motivo, se debe limitar su contenido en el gas a un porcentaje lo más bajo posible. Para reducir el contenido de este gas se utilizan filtros de limonita o también se procede a realizar un lavado del gas con agua a contracorriente.

5- COGENERACIÓN

5.1- ¿Qué es la cogeneración?

Podemos definir cogeneración como la producción y aprovechamiento simultáneos de electricidad y calor, con ellos se puede producir electricidad a un coste inferior al del suministro de la compañía eléctrica y tener el calor necesario para el secado a un coste cero. El esquema básico sería que por cada 100 unidades de combustible se generan 35 de electricidad y 65 en forma térmica, de los que 50 podrían aprovecharse y 15 son perdidos. La distribución entre energía eléctrica y térmica será variable, dependiendo de los equipos empleados, siendo la producción eléctrica más alta en motores que en turbinas y a la inversa, por lo que hace referencia a la energía térmica.

Los posibles equipos de cogeneración asociados al secado térmico de fangos son:

– Motogeneradores: El tipo de motor más usual sigue el ciclo Otto y quema combustibles gaseosos (normalmente gas natural). El gas se mezcla con el aire de combustión y se introduce en los cilindros: la

explosión libera el calor en forma de gases y mueve el cigüeñal que, a la vez acciona el alternador que genera electricidad.

- Turbinas de gas: En las turbinas el combustible (gas) y el aire se introducen comprimidos en la cámara de combustión. La expansión de los gases de combustión pone en rotación los alabes de la turbina que, a través de un reductor de velocidad, acciona el alternador.
- Turbinas de vapor: De hecho no es propiamente un sistema de cogeneración en el sentido estricto, ya que se precisa de una fuente que genere calor (por ejemplo los gases procedentes de una combustión convencional). Los gases entran dentro de una caldera de vapor y éste mueve una turbina que a su vez, acciona un alternador.
- Ciclos combinados: Esta variante es una combinación de un ciclo simple, con una turbina de gas y turbina de vapor para aprovechar el caudal de gases calientes, por lo que conseguimos un mayor rendimiento.

6- SECADO TÉRMICO

6.1- ¿En qué consiste el secado térmico?

El secado del fango es una operación que consiste en reducir el contenido de agua por vaporización de ésta a la atmósfera. El objetivo de este proceso es extraer la humedad del fango, de modo que pueda incinerarse o bien ser procesado para su transformación en fertilizante. El secado es necesario en la fabricación de fertilizantes para poder triturar el fango, reducir su peso y evitar la continuación de la actividad biológica. El contenido en humedad del fango seco es inferior al 10%.

Para el secado del fango se suelen utilizar una maquinaria que separe el agua de los fangos. Los procesos más utilizados son:

- Secado por pulverización: Este sistema consta de una cuba centrífuga de alta velocidad en la cual se introduce el fango líquido. La fuerza centrífuga pulveriza el fango en partículas muy finas que, más tarde, se difunden en la parte superior de una cámara de secado. Allí es donde el fango pulverizado se desprende del agua.

Imagen 10. Secado por pulverización de flujo en paralelo

- Secado instantáneo: La operación consiste en verter una mezcla de fango húmedo y fango seco reciclado en un molino. La mezcla contiene, aproximadamente, un 50% de humedad. Los gases calientes y el fango son conducidos hacia un conducto donde tiene lugar la mayor parte del secado y hacia un ciclón que separa el vapor y los sólidos. En esta operación se pueden conseguir fangos con una humedad del 8%. El fango seco resultante se suele usar como fertilizante.
- Horno de pisos múltiples: La operación se realiza a contracorriente haciendo pasar aire caliente y los productos de la combustión a través de un fango finamente pulverizado que es rastrillado continuamente para renovar la superficie de exposición.
- Secado por emersión en aceite: Para este proceso el fango se ha de mezclar con un aceite (la cual puede bombearse fácilmente y tiene efectos positivos en la reducción de incrustaciones y corrosión). Esta mezcla se hace pasar a través de un evaporador. El agua es eliminada debido a que tiene un punto de ebullición menor que el aceite. Después de la evaporación, queda una mezcla de fango seco y aceite que se separan mediante una centrífuga.

7- COMPOSTAJE

Como ya hemos dicho, la depuración de agua genera unos fangos que han de ser tratados. Estos fangos tratados pueden tener varios destinos:

- Vertederos
- Incineradoras
- Plantas de compostaje

A diferencia de los vertederos y las incineradoras, que se limitan a eliminar los residuos, las plantas de compostaje tratan estos fangos con el fin de hacerlos útiles, convirtiéndolos en energía o abonos.

7.1– ¿En qué consiste el compostaje?

El compostaje es un proceso por el cual la materia orgánica experimenta una degradación biológica hasta dar lugar a un producto final estable al cual se puede usar en forma de abonos. El fango, después del compostaje, es un material que no comporta problemas para la salud y sin malos olores. Actualmente, el compostaje, va en aumento y cada vez se le dan más usos.

La mayoría de procesos de compostaje constan de tres partes:

- Preparación de los residuos a tratar: En esta etapa el fango se clasifica, separa y se reduce su volumen.
- Descomposición de los residuos preparados: Para llevar a cabo la descomposición, los residuos preparados se acumulan formando unos montones dispuestos en un campo abierto. Estos montones son removidos una o dos veces por semana durante un periodo de aproximadamente 5 semanas. Dos o tres semanas después los residuos están estabilizados.
- Preparación y comercialización del producto: El último tratamiento que reciben los residuos antes de su venta es una trituración fina, mezclado con diversos aditivos y un granulado final.

El fango puede ser convertido en compost solo tal como se ha tratado previamente, o bien en combinación con virutas de madera u otros residuos sólidos (compostaje combinado).

- Compostaje combinado con virutas de madera: El compostaje combinado del fango con virutas de madera requiere, normalmente, la deshidratación previa del fango, antes de mezclarse con el material de relleno, que son las virutas de madera. El proceso de compostaje combinado con virutas de madera más usado parece ser el proceso de pilas aireadas. En él, el fango se mezcla con virutas de madera, el material mezclado se amontona en una pila y se cubre para que quede aislado y no desprenda olores. El siguiente paso es el curado de la mezcla, que dura unos treinta días, y el compost ya está preparado.
- Compostaje combinado con residuos sólidos: Los fangos de alimentación pueden tener un contenido de sólidos variable entre el 5% y el 12%. Los residuos sólidos deben sufrir una clarificación y trituración en un molino de martillos antes de su mezcla con el fango. Después, la mezcla, se apila y se compacta.

8– ESTADO ACTUAL DEL SANEAMIENTO EN CATALUÑA

Para acabar con la contaminación en aumento de ríos, cuencas y playas, se creó en Cataluña la Junta de Saneamiento que debía encargarse de la planificación y construcción de estaciones depuradoras entre otras cosas. Este plan pretendía la construcción de 300 depuradoras que tratasen las aguas residuales de todos los municipios catalanes.

Actualmente en Cataluña se establecen planes de tratamiento de aguas y fangos con el fin de conseguir una calidad superior del agua, un volumen inferior de fangos y un abaratamiento de los costes de maquinaria, procesos... Esto se consigue mediante la planificación y el estudio del tipo de aguas que llegan a cada depuradora y en función de los resultados se les trata con unos procesos u otros.

Entre los avances que destaca el Departament de Medi Ambient respecto a la depuración de aguas, está la elevación de la calidad de las aguas fluviales, especialmente en los últimos siete años en los que se han aplicado sistemas científicos de control. En las playas se está registrando una reducción del 40% de la contaminación.

El tratamiento de aguas y fangos está experimentando una gran mejoría. Actualmente, el volumen de agua tratado por año es cada vez superior, y la producción de fangos destinados a los vertederos disminuye gracias a su reutilización por medio de compostaje y aplicación directa al suelo, como podemos ver en el gráfico que registra datos de 1992 hasta 1998.

Las aplicaciones de los fangos generados en la depuradora que se están llevando a cabo en Cataluña son diversas, algunas de ellas obtenidas directamente sin necesidad de ningún tratamiento y otras después de pasar por plantas de compostaje o de secado térmico. La reutilización de estos fangos se puede dar en:

- El suelo, se puede usar como abono agrícola como compuesto para la obtención de tierras y sustratos para la jardinería o bien, finalmente, para restaurar espacios degradados.
- La construcción se está investigando su aprovechamiento para la fabricación de ecobrik, un producto cerámico muy ligero y de gran poder aislante; y, mediante el programa block, la realización de base, subbases y elementos prefabricados, como bordillos y adoquines.
- Como fuente energética, ahorrando el uso de otros combustibles.

9- CONCLUSIÓN

De entre las distintas fuentes de contaminación que existen en nuestro planeta, en este trabajo he destacado la del agua por ser una de las más importantes. La depuración del agua se está convirtiendo cada vez más en un objetivo a escala mundial.

En mi opinión, actualmente se está haciendo un gran trabajo que mejora cada día, pero no se le dedica toda la atención que debiera. Esto se podría mejorar realizando investigaciones más exhaustivas con el fin de encontrar nuevos tratamientos, sistemas más económicos y eficaces... ya que el agua es la fuente principal para la vida.

Pero la mejora de las aguas no solo está en manos de unos pocos, todos podemos contribuir a reducir los niveles de contaminación. Cuando se nos obsequia con un regalo muy valioso, demostramos el aprecio que le tenemos, por la forma de tratarlo. Asimismo, el agua es el mejor regalo que nos da la naturaleza, por lo tanto, nosotros debemos cuidarla de la mejor manera usándola racionalmente. La forma de tratar este problema no solo debe realizarse mediante el arreglo de lo que hemos estropeado (depuración del agua) sino que también debe de empezar por una educación y respeto hacia el medio ambiente. Lo que podemos hacer cada uno de nosotros desde casa es:

- No debemos dejar que la gasolina, los aceites y otros líquidos nocivos se escapen y se mezclen con el agua.
- No se debe permitir el vertido de los residuos domésticos al agua.
- No tirar productos químicos domésticos en el fregadero o sumidero.

- Generar la menor cantidad posible de basuras.
- En el lavado, utilizar la mínima cantidad de lejía y de detergente que nos sea posible
- No tirar al retrete palillos de los oídos, compresas, preservativos...
- En el jardín, evitar el uso de plaguicidas y otros elementos químicos.

También debemos evitar malgastar el agua ya que supone un gasto de energía y dinero innecesario, con el que salimos perdiendo todos:

- Debemos ser conscientes de cómo y cuánto gastamos. Es nuestra obligación evitar el desperdicio de agua en nuestra casa.
- No debemos dejar los grifos abiertos mientras nos enjabonamos el cuerpo, nos cepillamos los dientes o lavamos la ropa.
- No debemos dejar goteando grifos, porque sólo una gota de agua que caiga por segundo, desperdiciamos 30 litros de agua potable en un día.
- Reducir al máximo el volumen de agua gastado en el servicio sanitario.
- Un baño, gasta mucho más que una ducha.
- No se debe regar el jardín cuando hace mucho sol, porque de esta manera el agua se evaporará más rápido y las plantas no la aprovechan. Es mejor regarlas por la tarde o por la noche.

Este trabajo, además de servirme para aprender el funcionamiento de las depuradoras me ha hecho comprender los riesgos que conlleva una mala utilización de los recursos que nos rodean. Por este motivo cada uno de nosotros deberíamos poner de nuestra parte para conseguir un mundo más seguro y confortable para todos.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ M. A., GULLÓN Ma. J., MINGO B., BERNABÉ. R. R., DE LA RÚBIA. Ma. E., TORRES Ma. D., *Terra*. Barcelona: Ed. Vicens Vives, 1996.

FERRER M., COSTA M., BONAFEU M. D., ESTRADA M., ROGER E., *Ciències de la Terra i del medi ambient*. Segunda edición. Barcelona: Ed. Castellnou, 1998.

SOANEZ M. *Aguas residuales urbanas*. Madrid: Ed. Mundi-prensa, 1994

METCALF E. *Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales*. Madrid: Ed. Labor, 1985.

CAGIGAS A. *Producción y características de fangos*. Madrid: Ed. Cedex, 1985

<http://www.gencat.es/aca/contenido/sanejament/introduccio/introduccio.htm>

<http://www.gencat.es/aca/contenido/agencia catalana aigua/planificacio/pla sanejament.htm>

<http://tinet.fut.es/~ematsa/Aresic.htm>

Los *coloides* son partículas de gran tamaño y poco peso que no pueden sedimentar por si solas. Entre estos se encuentran arcillas, proteínas, óxidos metálicos...

mucílago: Sustancia viscosa muy común en algas y bacterias

Tratamiento de aguas residuales

1