



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

## “VISITA A LA ESTACIÓN DEPURADORA LOS VADOS (GRANADA)”

AUTORÍA <b>M<sup>a</sup> ARACELI VILLÉN PÉREZ</b>
TEMÁTICA <b>QUÍMICA</b>
ETAPA <b>ESO Y BACHILLERATO</b>

### RESUMEN

En el siguiente artículo se va a detallar la salida extraescolar a la depuradora de aguas residuales de Vados (Granada), para que vean los alumnos la aplicación de los conceptos que se tratan en el aula en la materia de Química en el curso de 2º Bachiller, con el fin de relacionar los conceptos adquiridos y desarrollar la motivación del alumno por temas como la depuración de aguas residuales y el seguimiento de los distintos tratamientos que sigue hasta la salida de la planta depuradora.

### PALABRAS CLAVE

- Aguas residuales
- Pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Fango
- Bacterias



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

## **DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS.**

Con la ayuda del guía de la empresa de aguas residuales los alumnos y alumnas conocieron los diferentes tratamientos que sigue el agua residual desde que entra en la planta depuradora hasta que sale de la misma, y la importancia de cada paso, así como una exhaustiva descripción del proceso, ampliando sus conocimientos ante la explicación del guía y anotando en sus cuadernos datos de importancia en el tratamiento del agua.

Inicialmente se llevo a los alumnos a la sala de control para explicarles en que consiste el pretratamiento.

### **Pretratamiento**

- **Desbaste inicial**

Consiste en la filtración del agua en un pozo, en cuya salida existen unas rejillas y dispone de un sistema de trituración con dos tamices y dos cuchillas donde se retienen los sólidos más grandes que luego irán al vertedero. Por encima de este pozo hay una grúa con una pala, que va retirando todos los sólidos y los acumula en un contenedor; de esta forma no se obstruirá el filtro y puede continuar entrando agua al circuito interno de la planta.

Se van recogiendo muestras de agua cada hora, las cuáles son analizadas para saber como es el agua que entra a la planta.

En el siguiente paso el agua es elevada, con el fin de economizar energía, y esta bajará en función de la gravedad. A continuación el agua, se pasa por un tamizado de gruesos, con un tamiz autolimpiante.

- **Desarenado y desengrasado**

Este depósito aunque parece que tiene compartimentos independientes, en realidad estos compartimentos están comunicados por el fondo. Por la parte inferior de los compartimentos se insufla aire por conductos con unos orificios grandes de forma que el tamaño de la burbuja que se forma sea grande; con el fin de generar turbulencia para conseguir favorecer la decantación de la arena y que las grasas emulsionen y pasen a los "pasillos" laterales del depósito donde las aguas están calmadas ya que no hay burbujeo.

La grasa presente en la superficie del agua es arrastrada por una rasqueta a un canal de agua que la conduce a un depósito; mientras que la arena es absorbida por una bomba. La rasqueta vuelve al principio de la piscina de agua, para iniciar de nuevo el proceso de arrastre de grasas. El agua que se utiliza para arrastrar la grasa hacia el depósito es



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

recirculada al principio del circuito para que sea depurada. La arena y la grasa son tratadas después y reutilizadas como residuo sólido urbano, no tóxico.

### **Tratamiento primario (decantación).**

En el tratamiento primario, los alumnos/as son dirigidos hacia los decantadores primarios donde pasa el agua después del pretratamiento su altura es de 22 metros de diámetros donde se produce la separación física de los sólidos del agua en un tiempo de retención aproximado de 1,5-2 horas, tiempo suficiente para que vayan decantando los sólidos, formándose en el fondo fango. Si el tratamiento primario va bien el rendimiento es de un 65%.

En estos decantadores los alumnos ven la importancia que tienen el añadir los anticoagulantes al agua para desestabilizar los coloides que van en suspensión en el agua, por ejemplo el  $Al^{3+}$  (policloruro de aluminio), así los coloides estarán desestabilizados por lo que se aglutinan y ese floculo decantará.

Luego el fango es arrastrado por una rasqueta que barre el fondo llevándolo hacia el centro del depósito donde es extraído del mismo, y llevado por tuberías de la "línea de fangos" hasta el espesador en el cual confluyen todos los lodos que se extraen del agua para ser tratados. El agua sale ya floculada y clareada.

### **Tratamiento secundario (depuración aeróbica).**

El tratamiento secundario es el que más atrae la atención de los alumnos/as ya que pueden aplicar sus conocimientos de biología con respecto a las condiciones adecuadas de las bacterias, ya que es la base de la depuración aeróbica. Por ello todos el alumnado es dirigido hacia el reactor biológico donde existe un cultivo de microorganismos, bacterias (filamentosas y floculantes) y protozoos; éstos son bioindicadores que se alimentan de la materia orgánica presente en el agua residual. Estas bacterias se agrupan formando flósculos, los cuales después se decantan.

En la planta se mezclan dos tipos de aguas a la hora de entrar al reactor biológico, lo que da lugar al aumento de población de un tipo de bacterias del cultivo; para solucionar esto lo que se hace es crear una situación anaeróbica antes de la entrada al reactor biológico. Esto se consigue haciendo que el agua pase por una especie de laberinto, con un tiempo de retención determinado, antes de la entrada a la cuba de aireación; en este laberinto el agua no tiene aireación y muy poco movimiento por lo que el exceso de bacterias de un tipo se iguala a las otras de forma que ya puede entrar al reactor.

Un sistema de aireación (mediante tuberías que insuflan aire a presión y generan unas burbujas de muy poco tamaño), y agitación del agua, impide que se depositen y favorece la presencia de oxígeno para evitar que mueran. En esta etapa existe un medidor de oxígeno



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

dentro del tanque donde se encuentran las bacterias que mide la cantidad de oxígeno que hay en el medio. Esta cantidad debe estar entre 0.8 y 1.2 mg/l de O<sub>2</sub> (DBO) para que las bacterias no tengan carencia de oxígeno. El agua permanece unas tres horas en el reactor biológico.

Hemos generado un fango en todo este proceso, tanto en el tratamiento primario como en el secundario. Este fango debe espesarse ya que está muy líquido concentrándolo en los decantadores, reduciéndose hasta aproximadamente la quinta parte. Después se somete a digestión anaeróbica (sin oxígeno) y mesófila (35-40°C). Aquí el fango permanece 25-32 días. Las bacterias desarrollan procesos de ruptura proteica y generación de ácidos que son necesarios para que se genere metano (CH<sub>4</sub>) en un 65% y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un 25%. El metano tiene un poder calorífico muy alto, con lo que se reutiliza para calentar agua en los tanques de digestión mesófila, el traspaso de calor al fango frío se realiza por tuberías. El gas que se va generando va a un gasómetro, y como consecuencia la campana de arriba va subiendo con el aumento de formación de gas.

Otra conocimiento puesto en práctica que pudieron observar como el gas también sirve para agitar el digestor, consiguiendo que la mezcla sea homogénea y la utilización del biogás para la cogeneración de energía.

Finalmente la visita concluye en la zona de los depósitos del fango, donde va a ser separado, mediante filtros, se le introduce un polímero, se prensa y con una rasqueta lo voy separando, se obtiene como una torta de fango, el fango se acumula en una tolva.

Concluye la visita, porque no se realiza el tratamiento terciario del agua, ya que el fin de esta planta es la depuración del agua para regadío.

### **Tratamiento terciario (eliminación de nitrógeno, fósforo, sales disueltas y desinfección).**

En esta planta no se realiza el tratamiento terciario del agua, ya que el fin de esta planta es la depuración del agua para regadío.

El objetivo del tratamiento terciario en aguas residuales urbanas es la eliminación de los contaminantes residuales que no hayan sido eficazmente depurados. Es una etapa más intensiva y en ciertos casos implica la realización de procesos con un elevado coste adicional; por lo tanto, hasta hace pocos años, ha sido una práctica muy poco empleada de forma generalizada. La necesidad de la reutilización del agua, las cada vez más exigencias legales y una conciencia social ecológica hacen que poco a poco se implante el tratamiento intensivo en la depuración de aguas.

Los fangos no eliminados en las cubas de sedimentación secundaria, y son los mayores responsables de la falta de la cantidad mínima de oxígeno necesaria en un agua para que



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

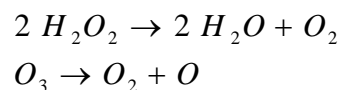
pueda haber vida, es decir, **la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**. Los métodos que se emplean para reducir los lodos son:

- **La coagulación:** con agentes coagulantes similares a los que se emplean en tratamientos de aguas potables, seguida por decantación y filtración.
- **La filtración terciaria:** se realiza sin proceso previo de coagulación, generalmente con arena (filtración clásica) o con algún material más poroso, como biolita, en el que se desarrolla una película bacteriana (filtración biológica) que ayuda a la reducción de la DBO.

**Lagunas de afino:** el efluente del decantador secundario sólidos en suspensión y materia orgánica biodegradable (DBO).

**Adsorción sobre carbón activado:** en forma granulada o pulverulenta. Se trata de un fenómeno de superficie por es que los compuestos a adsorber se fijan sobre el carbón activo por uniones físicas y químicas. En el proceso también pueden ser retenidos incluso los metales pesados. En ocasiones se sustituye este adsorbente por polímeros orgánicos, especialmente en casos concretos, como por ejemplo para la retención de pesticidas.

**Oxidación química:** también pueden eliminarse compuestos orgánicos procediéndose a su oxidación con agentes tales como el peróxido de hidrógeno o el ozono, que son poderosos agentes oxidantes debido a sus reacciones de descomposición.



El ozono, además de eliminar colores y aromas desagradables, destruye organismos patógenos.

**Bionutrientes (compuestos de nitrógeno y fósforo) disueltos:** el nitrógeno y el fósforo, tanto inorgánicos como orgánicos, se han transformado en las etapas anteriores del tratamiento a las formas de iones amonio ( $NH_4^+$ ), nitrito ( $NO_2^-$ ), nitrato ( $NO_3^-$ ) y fosfato ( $PO_4^{3-}$ )



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

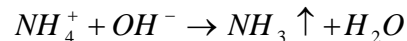
respectivamente, pero los porcentajes de nitrógeno y fósforo totales eliminados son bajos en los métodos biológicos convencionales.

No todos los métodos químicos o biológicos que pueden ser utilizados, se llevan a cabo necesariamente tras el tratamiento secundario.

**Métodos químicos:** Se basan en reacciones químicas que pueden ir seguidas de procesos físicos adicionales.

- **Eliminación de nitrógeno.**

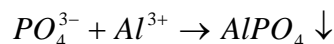
Se lleva a cabo por la disociación del ión amonio, en medio básico, a amoniaco molecular gaseoso; el valor adecuado del pH puede lograrse por adición de cal:



A pH>10 puede liberarse más del 85% en forma de amoniaco. El amoniaco se elimina por *stripping* con aire en torres de contacto. Paralelamente se podría eliminar fosfato pero se necesitan mayores infraestructuras y podría precipitar carbonato de calcio en las torres, por lo que es poco utilizado.

- **Eliminación de fósforo.**

El fósforo (en forma de fosfatos) se puede eliminar por precipitación con reactivos que formen sales insolubles, tales como el aluminio, hierro (III) y calcio. La reacción con aluminio sería la siguiente:



Esta precipitación se puede realizar simultáneamente con el proceso de fangos activos, en el caso de la utilización de sales de aluminio o hierro. Si se realiza después debe ir seguida de floculación y decantación de los sólidos formados. También se pueden utilizar métodos para eliminar sales disueltas como osmosis inversa y electro diálisis, aunque son muy costosos.

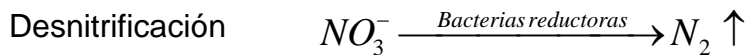
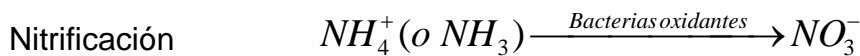
**Métodos biológicos:** Se basan, en general, en modificaciones o ampliaciones de los sistemas biológicos convencionales, por lo que realmente se llevan a cabo como un tratamiento secundario intensivo o específico.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

- **Eliminación de nitrógeno.**

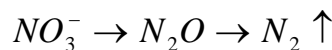
Para la eliminación de nitrógeno de las aguas residuales un método de gran interés es la combinación de **procesos biológicos de nitrificación – desnitrificación**:



La nitrificación necesita condiciones aeróbicas en reactores biológicos de baja carga, elevado tiempo de retención y aireación prolongada. Las bacterias implicadas son autótrofas, muy específicas:



La desnitrificación se realiza en condiciones de anoxia, pero con presencia de especies oxidantes disueltas (ión nitrato) y por acción de bacterias heterótrofas diversas:



La fuente de energía proviene del carbono asimilable por las bacterias, se obtiene por adición externa de moléculas fácilmente biodegradables (frecuentemente metanol) o de agua residual bruta o de la respiración endógena del fango, esto es, la auto oxidación de la masa celular de las propias bacterias, que tiene lugar cuando empieza a faltar materia orgánica en el agua.

- **Eliminación de fósforo**

La mineralización de fósforo en condiciones aeróbicas habituales conduce a la formación de iones fosfato. Sólo el 30% se elimina de las aguas residuales tratadas, por precipitación de fosfatos insolubles o asimilación de bacterias. Son necesarios cambios en el tratamiento biológico para que aumente el fósforo asimilado por los microorganismos y sea eliminado con los fangos producidos. El objetivo es desarrollar unas bacterias eliminadoras de fósforo (BEF) denominadas organismos PolyP (bacterias Acinetobacter y algunas Pseudomonas), que acumulan fósforo en forma de polifosfatos en mayor cantidad que las bacterias predominantes en procesos convencionales.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 21 AGOSTO 2009

## TRABAJO POSTERIOR EN EL AULA

Con el objetivo de sacar mayor rendimiento a la visita en la planta depuradora, se dispuso dentro del aula y posteriormente al desarrollo de la misma, en las clases de Biología y geología y en las de Ciencias de la Naturaleza, la realización de un resumen de la visita a modo de trabajo donde reflejen cada uno de los pasos que sigue el agua residual desde que entra en la planta depuradora hasta que sale y búsqueda de los diferentes procesos químicos y biológicos que tienen lugar con el fin de que el alumno asocie los conocimientos adquiridos y su puesta en práctica en la planta depuradora.

## CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista didáctico, la actividad extraescolar ha servido para que los alumnos y alumnas puedan ver la aplicación de sus conocimientos químicos y biológicos, a un tema tan importante como es la depuración de aguas residuales y la importancia biológica que tienen las bacterias en la limpieza de la misma, además de lo importante que es la preparación del personal responsable de la planta depuradora, ya que de esta planta sale el agua con la que se riega miles de hectáreas de cultivo de Granada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Orozco, C y Pérez, A. (2003). *Contaminación Ambiental. Una visión desde la química*. Madrid: Thomson-Paraninfo.
- Spiro, T.G. y Stigliani, W.M. (2003). *Química medioambiental*. Madrid: Pearson-Prentice Hall.
- Emasagra (2008). Planta de depuración de residuales. Extraído el 7 de Mayo desde [http://www.emasagra.es/edar/prop\\_edar.swf](http://www.emasagra.es/edar/prop_edar.swf).

Autoría

---

- Nombre y Apellidos: Araceli Villén Pérez





ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 21 AGOSTO 2009

- Provincia: Jaén
- E-mail: [aracelivip@hotmail.com](mailto:aracelivip@hotmail.com)