

# Universidad de Alicante

Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales



## MÁSTER EN GESTIÓN SOSTENIBLE Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA

Curso académico: 2009/2010

Trabajo Fin de Máster

### APOYO AL CONTROL DE PROCESOS Y LABORATORIO EN LA EDAR DE TORREVIEJA.

Autora: Isabel Nieto Castro

Tutores: Ramón Pérez Aniorte  
Jesús Sánchez Seva  
Inmaculada Roch Berenguer

## **ÍNDICE**

	<b>Página</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	<b>3</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO</b>	
1. OBJETIVOS	<b>6</b>
2. DATOS GENERALES	<b>7</b>
3. LA EDAR DE TORREVIEJA	<b>9</b>
4. CONTROL DE PROCESOS	<b>11</b>
5. LABORATORIO	<b>19</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>EXPERIENCIA PERSONAL</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32</b>

## **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa donde he realizado las prácticas es Aquagest Levante, S.A., perteneciente al grupo Agbar.

Aquagest Levante es una empresa constituida hace más de 30 años que ha contribuido significativamente al crecimiento y desarrollo de los municipios de la Comunidad Valenciana a lo largo de éstas últimas décadas.

Junto con las empresas mixtas participadas, ésta empresa se convierte en el principal operador privado de la gestión urbana del agua en la Comunidad Valenciana, y está presente en más de 70 municipios, que van desde los 1.000 hasta los 400.000 habitantes, siendo una empresa capaz de abastecer en óptimas condiciones los incrementos de población de los periodos estivales.

Mediante la modalidad de empresa mixta (Administración y Aquagest Levante) tiene participación en las principales empresas vinculadas al ciclo integral del agua de la Comunidad Valenciana:

- Aguas Municipalizadas de Alicante, S.A., gestiona los municipios de Alicante, Sant Joan, Sant Vicent del Raspeig, Petrer, Monforte y El Campello.
- Aguas del Arco Mediterráneo, S.A., abreviado AGAMED, presta los servicios del ciclo integral del agua en Torreveja desde 1999.
- Aigües de Cullera, S.A., es responsable del ciclo integral del agua en el término municipal de Cullera desde el año 1993.
- Aigües i Sanejament d' Elx, S.A., gestiona el ciclo integral del agua en el término municipal de Elche desde el año 2001.
- Aigües de Paterna, S.A., es la empresa responsable del ciclo integral del agua en la ciudad de Paterna desde el año 2006.
- Aigües de l' Horta, S.A., gestiona los servicios del ciclo integral del agua en los municipios de Torrent, Picanya, Xirivella, Beniparell, Aldaia y Alfora del Patriarca.

Aquagest Levante satisface las necesidades de más de 2.800.000 ciudadanos, gestionando 99 pozos, 6 plantas de potabilización y 69 de depuración para poder distribuir 178 hectómetros cúbicos de agua potable, proveniente de muy variadas fuentes de suministro (acuíferos, aguas superficiales, desalinización), a través de una red de 10.300 Km., y otra de 3.500 Km. de saneamiento.

Anualmente se depuran 83 hectómetros cúbicos y la red de agua regenerada para riego va aumentando cada año.



*Figura 1. Mapa en el que aparece la red de agua regenerada para riego.*

Además de suministrar a la ciudadanía el agua disponible en cada momento en su entorno natural, en óptimas condiciones sanitarias y de presión, Aquagest Levante ofrece los siguientes servicios dentro del ciclo integral del agua ([www.aquagestlevante.es](http://www.aquagestlevante.es)):

- Abastecimiento de agua potable.
- Saneamiento de aguas residuales.
- Recursos de agua alternativos.
- Riego agrícola y otros.

- Valorización de residuos y otros.
- Canales de atención al cliente y servicios avanzados para los clientes.
- Tecnología y metodologías de soporte.
- Eficiencia energética.

Dentro de ésta empresa he realizado las prácticas en la EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) del municipio de Torrevieja (Alicante), por lo que estuve trabajando dentro del área de depuración de dicha empresa.

## **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

### **1. OBJETIVOS**

Los objetivos de este proyecto son dos principalmente: la parte dedicada al control de procesos y, por otro lado, la parte dedicada al laboratorio.

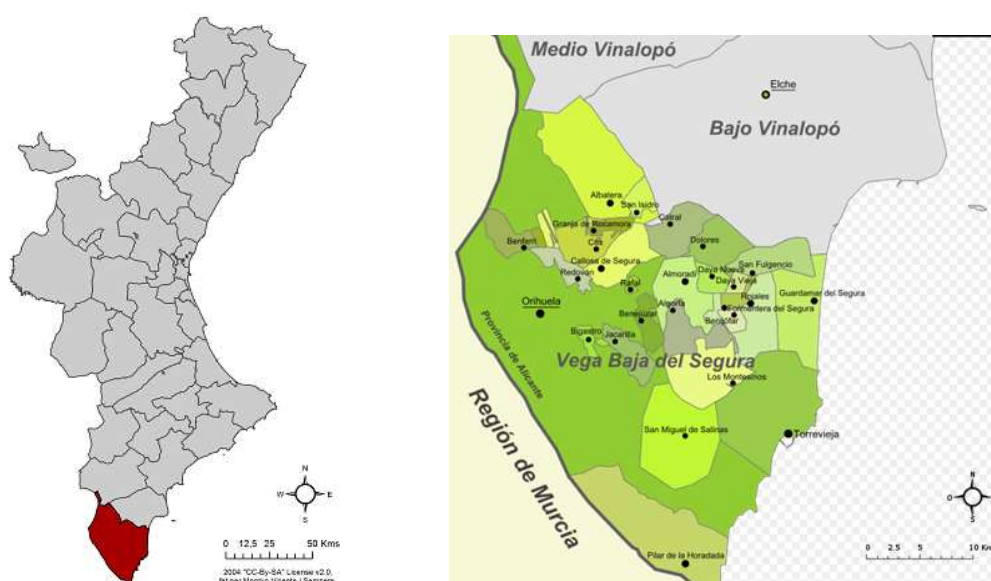
En el control de procesos se pretende ver como es el funcionamiento de la EDAR, así como conocer el control de la misma, es decir, como ajustar los reactivos que se adicionan, el oxígeno, etc.

En cuanto al laboratorio, el trabajo consiste en realizar todas aquellas analíticas requeridas para llevar un control exhaustivo del proceso, ya que tras la interpretación de los datos adquiridos tras los análisis se puede conocer si algo no va bien en la planta o, por lo contrario, si todo marcha bien.

## **2. DATOS GENERALES**

El municipio de Torrevieja perteneciente a la provincia de Alicante, que a su vez forma parte de la Comunidad Valenciana, se encuentra situado al sur de la misma en el límite con la Región de Murcia.

El término municipal forma parte de la denominada Vega Baja del Segura, comarca formada por 27 municipios del sur de la provincia de Alicante.



*Figuras 2 y 3. Localización de la Vega Baja dentro de la Comunidad Valenciana y mapa de la Vega Baja del Segura con sus municipios.*

El relieve de la comarca es esencialmente la vega del valle fluvial del río Segura del curso bajo con su particular huerta, a la que se suma la costa, perteneciente a la Costa Blanca, y las zonas montañosas del interior con cultivos de secano.

Torrevieja es uno de los municipios más grandes e importantes de la Vega Baja, ocupando una superficie de 71 Km<sup>2</sup>. Éste término municipal limita con el de Guardamar del Segura por el norte, con el de Orihuela por el sur, y con los de Los Montesinos, Rojas y San Miguel de Salinas por el interior.

La población oficial de Torrevieja, según datos del INE de 2009, es de 101.792 habitantes. Hay que tener en cuenta que esta localidad cuenta con una población más numerosa en ciertos periodos del año, sobre todo en la época estival debido a la afluencia de turistas provenientes de diferentes puntos de España, así como del extranjero.

Puesto que Torrevieja cuenta con una población muy numerosa durante todo el año y además aumenta considerablemente este número en ciertos momentos puntuales del año, este municipio necesitaba tener una EDAR con una capacidad suficiente para tratar toda el agua residual producida en las diferentes épocas del año. Por ello se han llevado a cabo diferentes ampliaciones y mejoras de la EDAR existente, siendo la última ampliación del año 2007.



### **3. LA EDAR DE TORREVIEJA**

Durante los años 2005 al 2007, la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales (EPSAR) de la Comunidad Valenciana llevó a cabo unas importantes obras de ampliación y mejora de la EDAR de Torrevieja. La nueva planta depuradora, una vez terminadas las obras y realizadas las pruebas y puesta en marcha, está funcionando desde la primavera de 2007 ([www.agamed.com](http://www.agamed.com)).

La totalidad del agua residual producida en el municipio es tratada y reutilizada, no produciéndose ningún vertido al medio. La EDAR de Torrevieja tiene una capacidad de tratamiento de 60.000 m<sup>3</sup>/día y dando servicio a un total de 490.000 habitantes equivalentes.

Las aguas residuales son recogidas mediante la red de alcantarillado, y conducidas hasta la red general de colectores de saneamiento, sumando un total de 321 Km. de conducciones. Debido a la orografía de Torrevieja, se dispone de un total de 28 estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR's) – la mayor parte de ellas situadas cerca del litoral-, que elevan el agua desde las cotas bajas hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), donde reciben tratamiento ([www.agamed.com](http://www.agamed.com)).

La EDAR de Torrevieja dispone de 5 líneas de tratamiento biológico de aguas, pudiéndose poner en funcionamiento según las variaciones estacionales del caudal, lo que permite tratar todo el caudal anual con tratamiento biológico.

La totalidad del agua depurada es regenerada mediante un tratamiento terciario consistente en una filtración rápida en lechos pulsantes de arena y desinfectada mediante radiación ultravioleta y, posteriormente, es reutilizada, con una calidad muy superior a la conseguida en instalaciones similares. El 95% del agua tratada se destina para riego agrícola, mediante concesiones administrativas otorgadas por la Confederación Hidrográfica del Segura a las comunidades de regantes Torre Miguel y La Pedrera.

El 5% del agua restante recibe un tratamiento Terciario por Infiltración-Percolación modificada y desinfección por cloración, y posteriormente se reutiliza para uso municipal en riego de parques y jardines, mediante una compleja red de distribución. Finalmente, el biofango producido durante el proceso de depuración, se destina a agricultura como mejora y acondicionamiento de suelos.

Para hacerse una idea, durante los meses de Julio y Agosto de 2009 fueron tratados 1.559.280 m<sup>3</sup>, destinándose 79.737 m<sup>3</sup> al riego de parques y jardines y usos municipales (*www.torrevieja.es*).



*Figura 4. Reutilización de las aguas depuradas procedentes de la EDAR de Torrevieja.*

## 4. CONTROL DE PROCESOS

En este apartado se van a detallar todas las partes de las que consta el proceso de depuración llevado a cabo en esta planta, procurando llevar un orden desde que entra el agua bruta a la planta hasta que sale ya tratada.

Como ya se ha mencionado en otros apartados de este trabajo, el caudal total de agua residual que puede tratar la EDAR es de 60.000 m<sup>3</sup>/día. Hasta el momento no se ha llegado a tratar la totalidad del caudal para el que está preparada la planta, ya que como mucho se llega a tratar alrededor de los 30.000 m<sup>3</sup>/día en el mes de Agosto, debido al incremento poblacional que sufre Torrevieja en este mes. Durante el invierno el caudal a tratar es menor, siendo por ejemplo en los meses de Diciembre y Enero un caudal de unos 16.000 m<sup>3</sup>/día. Según esto podemos ver que el caudal medio a tratar durante todo el año en la EDAR de Torrevieja oscila entre los 18.000 – 20.000 m<sup>3</sup>/día.



Figura 5. Esquema de la EDAR de Torrevieja.

A continuación se van a describir las etapas de las que consta el proceso de depuración de las aguas residuales en esta planta. Como en todo tratamiento tenemos dos líneas diferenciadas, la línea de agua y la línea de fango. Dentro de cada una de ellas aparecen las distintas etapas que van a ser brevemente descritas.

- *LÍNEA DE AGUA*

### **PRETRATAMIENTO**

El objetivo del pretratamiento es separar la materia grosera del agua residual, las cuales, por su naturaleza o tamaño podrían causar problemas de operación y/o mantenimiento en las instalaciones, así como en las siguientes etapas de depuración. Estas sustancias pueden ser grandes sólidos, materia flotante de gran tamaño, gravas, arenas y sólidos de pequeño tamaño, aceites, grasas y flotantes de pequeño tamaño.

Las operaciones llevadas a cabo son:

Desbaste: consiste en la eliminación de aquellos componentes de tamaño grande o mediano del agua residual, mediante la utilización de rejas. En función del tipo de reja y separación de los barrotes podremos separar materia más gruesa o algo más fina (desbaste grueso y fino, respectivamente). El canal por el que llega el agua residual está cubierto casi en su totalidad y además en la instalación donde se encuentra el pretratamiento se trata el aire viciado para evitar los problemas de olores, producidos sobre todo por la formación de sulfuros.

En este caso se dosifica junto al agua bruta sulfato férrico. Éste compuesto se usa principalmente para quitar los malos olores al agua que llega a la planta, aunque también sirve para el proceso de coagulación-floculación, de forma que los sólidos en suspensión del agua formen agregados para facilitar la decantación de los mismos y así poder eliminarlos con mayor facilidad. Ésta última función es la menos importante en este caso, ya que el caudal a tratar es pequeño y la carga de sólidos en suspensión no es muy grande. Por ello la función principal del sulfato férrico es para desodorizar el agua residual.

Desarenado y desengrasado: aquel proceso en el que se extrae del agua residual las arenas, gravas, etc. que tengan una mayor velocidad de sedimentación que la materia orgánica en suspensión, de forma que se puedan eliminar y evitar que puedan dañar a los equipos.

El desarenador de esta EDAR lleva incorporado un carro en el que está instalado por un lado una bomba que succiona las arenas que quedan en el fondo del equipo y las vierte a un apartado que las conduce al caballito de arenas, el cual termina de separar las arenas del agua para verterlas a un contenedor y ser eliminadas en vertedero. Por el otro lado del carro hay un cepillo que se encarga de arrastrar las grasas que llegan a un canal anexo al equipo, de manera que son retiradas y enviadas al concentrador de grasas. Éste equipo se encarga de separar la grasas (retiradas previamente) del agua que le queda, para después ir a un contenedor y ser eliminadas posteriormente.

Una vez superada la etapa del pretratamiento el agua residual pasa a la *Balsa de Homogenización*. Su función consiste en homogeneizar bien el agua con el férrico que se adicionó en el pretratamiento, además de actuar como regulador del caudal de agua que se manda a la etapa posterior, que en este caso sería el tratamiento secundario. Esto hace que al reactor biológico llegue siempre un caudal más o menos constante, lo que ayuda a controlar el proceso y evitar cualquier tipo de problema en el reactor por tener un caudal demasiado alto o demasiado bajo. La balsa se encuentra en aireación para facilitar la mezcla del agua con el férrico en su interior, así como evitar que puedan precipitar las sustancias que puedan quedar suspendidas en el agua.

### **TRATAMIENTO PRIMARIO**

En esta etapa el principal objetivo es la reducción de sólidos en suspensión, y también de la DBO<sub>5</sub>, dado que parte de dichos sólidos está constituida por materia orgánica. El sistema más habitual utilizado en este proceso es la sedimentación o decantación primaria, donde se dejan decantar todos los sólidos en suspensión por acción de la gravedad.

En la EDAR de Torrevieja se omite esta etapa, aunque los decantadores están por si en algún momento hiciese falta ponerlos en marcha. El motivo para no utilizarlos es que el caudal a tratar en la planta es pequeño, así como la carga de sólidos en suspensión del agua, por lo que no se necesita llevar a cabo una decantación primaria antes de pasar a los reactores biológicos. La calidad previa del agua a tratar permite que el biológico pueda soportar esa carga sin problemas, además la balsa de

homogenización regula el caudal que se envía a los biológicos para evitar problemas de cualquier tipo.

### **TRATAMIENTO SECUNDARIO O BIOLÓGICO**

Los objetivos de esta etapa son la eliminación o reducción de la contaminación orgánica y la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales (no decantables). En estos procesos intervienen microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, suspendida, disuelta y coloidal existente en el agua residual, transformándola en sólidos sedimentables que puedan separarse fácilmente.

Consta de dos partes: el tratamiento biológico propiamente dicho, serían los reactores biológicos, y la decantación secundaria.

Para este caso concreto, el tratamiento biológico utilizado es el de lodos o fangos activos. En este proceso se distinguen dos tipos de operaciones: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido. La primera de ellas se lleva a cabo en el reactor biológico donde se desarrolla un cultivo biológico formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos (fangos activados). La población bacteriana debe mantenerse en un determinado nivel, de forma que se mantenga un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos existentes en el reactor. Para que el proceso funcione correctamente es necesario el aporte de oxígeno y cierta agitación, para la acción depuradora de las bacterias aerobias, evitar la sedimentación de los flóculos de fango en el reactor y permitir la homogeneización de los fangos activos.

Los reactores biológicos de ésta EDAR tienen una parte que es una cámara óxica (con oxígeno) y otra anóxica (sin oxígeno). Esto se debe a que se producen también procesos de nitrificación y desnitrificación para eliminar nitrógeno en forma de  $N_2$ , disminuyendo así la cantidad de este compuesto que puede contener el agua en etapas posteriores. Para ayudar a este proceso de desnitrificación se produce una recirculación dentro del mismo reactor biológico.

Una vez la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, el licor mezcla se envía al decantador secundario donde van a ser separados el agua depurada o clarificado y los fangos floculados. Estos últimos se recirculan al reactor biológico, para

mantener en el mismo una concentración fija y suficiente de bacterias. El excedente (fangos en exceso) se extrae o se purga del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos.

Cabe destacar que tras la decantación secundaria la calidad del agua depurada es muy elevada, pero debido al uso posterior que va a tener el agua se someterá a un tratamiento terciario para lograr un mayor grado de depuración (tratamiento de afino).

### **TRATAMIENTO TERCIARIO**

Este tipo de tratamiento constituye un complemento a la depuración, como ya se ha comentado anteriormente, ya que se trata de adaptar la calidad del agua depurada a las normas establecidas según su uso o destino.

En este caso el tipo de tratamiento terciario utilizado es por filtros de arenas. Hay dos tipos: lecho de arena rápido aireado y filtro de arena por infiltración-percolación modificado. El primero de ellos es el más nuevo, se introdujo en el proceso de depuración tras la última ampliación de la planta. Consiste en un lecho de arena a través del cual pasa el agua proveniente del tratamiento secundario, se encuentra continuamente aireado para facilitar el paso del agua y retener las partículas que aún pueda contener disueltas o suspendidas. Por este equipo pasa el 95% del agua tratada en la planta, la cual pasa por una desinfección con radiación ultra violeta (lámparas UV). Aproximadamente hay unas 30 lámparas por tubo, siendo un total de 5 tubos por los que pasa toda el agua. Finalmente, el agua desinfectada mediante radiación UV es enviada a la balsa de los regantes, desde donde se distribuirá como agua de riego para los cultivos de la Vega Baja.

El 5% restante del agua depurada pasa por el filtro de arena por infiltración-percolación. Este sistema ya estaba instalado en la planta antes de la última ampliación y se ha mantenido en funcionamiento. Consiste en un carro elevado por encima del lecho de arena con un sistema de duchas que riegan poco a poco el lecho de arena, de manera que el agua va infiltrándose por la misma y percolando hasta ser recogida por la parte inferior del equipo. El agua tratada va a someterse a una desinfección por cloración, usando hipoclorito. El destino de esta agua será el riego de parques y jardines del municipio, baldeo de las calles, fuentes, bomberos, etc.

Podemos observar que el 100% del agua tratada en la EDAR de Torrevieja es reutilizada para diferentes usos, por lo que no se vierte absolutamente nada al medio natural y además supone un ahorro en el uso del agua, puesto que se está utilizando para diferentes usos dentro del municipio en lugar de hacer uso del agua potable, dejando ésta para abastecimiento humano.

- *LÍNEA DE FANGO*

### **ESPEZAMIENTO**

Proceso por el cual se consigue un incremento de la concentración de los fangos por eliminación de agua, reduciéndose así el volumen de los mismos y mejorando el rendimiento de los procesos posteriores.

El tipo de equipo utilizado es el espesador por gravedad, cuyo diseño es similar al de un decantador convencional sólo que cubierto para evitar los malos olores. El fango alimentado sedimenta y compacta, extrayéndose el fango espesado por la parte inferior del tanque. El dispositivo cuenta con unos rascadores de fondo que remueven el fango lentamente, de forma que se abren canales preferentes para facilitar la salida del agua, favoreciendo así la concentración del fango. De este modo el fango se extrae por la parte inferior y el agua por la parte superior, siendo ésta evacuada y devuelta a cabecera de planta.

### **DIGESTIÓN O ESTABILIZACIÓN**

Es un proceso biológico con el que se consigue la oxidación de las materias biodegradables contenidas en los fangos así como de la masa celular. Se basa en el principio de que cuando no existe alimento externo disponible, los microorganismos metabolizan su propia masa celular, lo que se conoce como respiración endógena.

Los digestores aerobios funcionan según el principio de aireación prolongada, de forma que se produce la aireación continua del fango, sin añadir más alimento que el propio fango, hasta conseguir una destrucción muy elevada de los sólidos en suspensión volátiles.



En el caso de ésta EDAR no se utiliza la digestión como tal, ya que los fangos generados no necesitan de esta etapa y pueden ir directamente al espesador. La función a la que se destinan es como almacenamiento del fango antes de ir a la etapa de espesamiento, además de ser un paso intermedio para impulsarlo desde el tratamiento secundario puesto que la distancia entre ambas etapas en la planta es considerable y una sólo bomba no puede salvar la diferencia de cota. La aireación se produce mediante turbinas.

### **ACONDICIONAMIENTO**

Es el conjunto de operaciones que se emplean para desestabilizar la suspensión que forma el fango con el agua y facilitar su secado mecánico. El sistema utilizado es la adición de polielectrolito, el cual se mezcla a la entrada de la centrífuga con el fango para facilitar la formación de un agregado con cierta estructura, de manera que ayude a separar el fango del agua que le pudiera quedar tras el espesamiento.

### **DESHIDRATACIÓN**

La finalidad de este proceso es eliminar agua del fango para convertirlo en un sólido fácilmente manejable y transportable.

En este caso el sistema utilizado para llevar a cabo la deshidratación es la centrifugación. La planta dispone de tres centrífugas de gran tamaño para deshidratar el fango, el cual una vez separado del agua va por un tornillo sin fin hacia los silos. El agua extraída vuelve por una tubería a cabecera de planta.

Finalmente, el fango se acumula en los silos y será retirado mediante camiones. Su destino será el uso agrícola como abono principalmente o a vertedero.

Una vez han sido explicadas las etapas de la línea de agua y de la línea de fango sólo queda mencionar que la EDAR cuenta con unas torres de desodorización. Son unas columnas en las que se introduce ozono (el cual es generado en la propia planta) para que reaccione con los sulfuros y los neutralice, de manera que se evitan los malos olores y que dichos compuestos no escapen a la atmósfera. Además, para neutralizar un posible exceso de ozono (compuesto que a nivel de la troposfera es un

contaminante atmosférico importante), en la parte baja de la torre hay una cantidad de hidróxido sódico disuelto en agua que es rociado por unas "duchas" desde la parte superior de la torre en forma de lluvia.

Estas torres aparecen en el pretratamiento y en la línea de fango, siendo estas las zonas en las que se da una mayor formación de sulfuros y los consiguientes problemas de olores.

## **5. LABORATORIO**

Este último apartado va a reflejar todos los análisis realizados durante todo el proceso de depuración a las aguas residuales. Se detallará brevemente en que consiste cada una de las analíticas realizadas.

### **pH**

*Introducción:* el pH de un agua mide su acidez o alcalinidad. La escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH, siendo las aguas con un valor de pH inferior a 7 ácidas y las aguas con un valor superior a 7 alcalinas. El conocimiento del valor de pH es importante, ya que influye en los procesos de depuración (como es el caso del tratamiento secundario o biológico en la línea de agua).

*Aplicación:* el pH se determinará en todas las muestras de agua, así como en las muestras de fangos, cuando esté especificado en el Plan de muestreo analítico.

*Método:* se emplea el método electrométrico, el cual se utiliza para determinaciones precisas de pH y en los casos en que los métodos colorimétricos no sean fiables debido a fuertes interferencias.

*Fundamento:* la diferencia de potencial existente entre un electrodo de vidrio y el electrodo de referencia sumergidos en una misma solución, es función de la actividad de los iones hidrógeno (función lineal del pH).

### **CONDUCTIVIDAD**

*Introducción:* es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición.

*Aplicación:* la conductividad se determinará en las muestras de agua tratada y de agua bruta.

Método: electrométrico.

Fundamento: la capacidad de un agua para transmitir la corriente eléctrica (conductividad específica) es medida mediante un conductidímetro, provisto de celda de conductividad específica y electrodo de platino-platinato.

### **SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN**

Introducción: la concentración de sólidos en suspensión es un parámetro de importancia tanto para conocer la calidad de las aguas como para el efectivo seguimiento del proceso de depuración, ya que se encuentra directamente relacionado con el nivel de contaminación de las aguas, además de suponer un indicador de la actividad biológica que se produce durante el tratamiento del agua.

Aplicación: la determinación de sólidos en suspensión se llevará a cabo en el agua bruta, agua decantada de primarios y en el agua tratada como indicador de calidad, además de en el licor mezcla y en la recirculación, como indicador de estado del proceso biológico.

Método: el método a emplear es el gravimétrico utilizando filtros de fibra de vidrio o filtros de membrana, según el tipo de muestra.

Fundamento: el método gravimétrico se basa en la filtración de un volumen de muestra conocido por un filtro estándar, siendo el residuo obtenido secado a peso constante. La determinación de los sólidos en suspensión viene dada por el aumento de peso del filtro.

### **SÓLIDOS VOLÁTILES**

Introducción: la concentración de sólidos volátiles en el fango es un indicador de la reducción de materia orgánica.

*Aplicación:* se determinará la concentración de sólidos volátiles en el licor mezcla procedente del reactor biológico, fangos de recirculación y en los fangos procedentes de las distintas etapas de la línea de tratamiento de los mismos.

*Método:* se utiliza el método gravimétrico.

*Fundamento:* el proceso llevado a cabo es igual que el utilizado en los sólidos en suspensión, solo que se deja en la estufa 24 horas, se pesa y se introduce en una cápsula de porcelana, la cual se pesa sin filtro. Después se introduce en la mufla a 550 °C y transcurrido el tiempo adecuado se pesa de nuevo, de manera que por la diferencia de pesos se calcula los sólidos volátiles que contenía la muestra.

### **DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxígeno)**

*Introducción:* la demanda biológica de oxígeno es un parámetro de importancia para la determinación del rendimiento de depuración y, por tanto, de los índices de calidad en el tratamiento de las aguas residuales. Se trata de determinar el requerimiento de oxígeno del agua en cuestión, para la degradación biológica de la materia orgánica que porta.

*Aplicación:* la medida de la demanda biológica de oxígeno se efectuará en todas las muestras de agua bruta y agua tratada.

*Método:* el método empleado es el manométrico durante un período de incubación de cinco días.

*Fundamento:* la demanda biológica de oxígeno se utiliza como una medida del equivalente de oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación mediante procesos biológicos.

### **DQO (Demanda Química de Oxígeno)**

*Introducción:* la demanda química de oxígeno es un parámetro de importancia para la determinación del rendimiento de depuración y, por tanto, de los índices de

calidad en el tratamiento de las agua residuales. Se trata del requerimiento de oxígeno del agua en cuestión, para la oxidación de la materia orgánica susceptible de ello.

*Aplicación:* la demanda química de oxígeno se determinará en las muestras de agua bruta y agua tratada.

*Método:* para la determinación de la demanda química de oxígeno aplicamos el método colorimétrico, de reflujo cerrado, utilizando tubos de ensayo tapados y efectuando la medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra.

*Fundamento:* la demanda química de oxígeno se utiliza como una medida del equivalente de oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte.

### **SEDIMENTABILIDAD (V 60)**

*Introducción:* mediante el método de la sedimentabilidad se permite conocer la cantidad de sólidos sedimentables que porta un agua. Este parámetro está ligado a la concentración de sólidos en suspensión.

*Aplicación:* la determinación de la sedimentabilidad se lleva a cabo en el agua bruta y en el licor mezcla de los tanques de aireación, siendo en el primer caso indicador de la contaminación del agua residual y en el segundo caso indicador del estado de los procesos biológicos de depuración.

*Método:* el método utilizado es el método volumétrico, el cual presenta ciertas variaciones en función del tipo de muestra objeto del ensayo. Los resultados son expresados en función de un volumen (ml/L).

*Fundamento:* el método volumétrico se basa en la sedimentación de un volumen conocido de muestra, para la cuantificación de la cantidad de materia sedimentada.

## **SEQUEDAD DEL FANGO**

*Introducción:* el porcentaje de materia seca es un parámetro indicativo de la eficacia del proceso de deshidratación del fango.

*Aplicación:* se determinará el porcentaje de materia seca en las muestras correspondientes al fango deshidratado y espesado.

*Método:* el método utilizado es el gravimétrico.

*Fundamento:* al desecar una muestra de torta hasta peso constante, la diferencia de pesos de la cápsula que contiene el fango, antes y después de desecar la muestra es la base para la determinación del porcentaje de materia seca.

## **NITRÓGENO TOTAL**

*Introducción:* en las aguas residuales urbanas el nitrógeno es muy abundante en forma de nitratos, amonio y formando compuestos orgánicos más o menos complejos como proteínas. Si las aguas residuales son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de urea y compuestos proteínicos, pasando posteriormente a forma amoniacal por descomposición bacteriana.

La presencia en el vertido de cantidades importantes de derivados de nitrógeno conllevan una eutrofización del cauce, o lo que es lo mismo un crecimiento desmesurado de algas, que lleva consigo una disminución del O<sub>2</sub> disuelto en el agua.

*Aplicación:* el nitrógeno total se determinará en las muestras de agua bruta y de agua tratada.

*Método:* utilizamos el método de MERCK. Un método colorimétrico, de refluo cerrado, utilizando tubos de ensayo tapados y efectuando la medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra.

Fundamento: el nitrógeno ligado inorgánica y orgánicamente se oxida a nitrato mediante digestión con peroxidisulfato. Los iones nitrato reaccionan en una solución de ácido sulfúrico y fosfórico con 2,6 – dimetilfenol formando un nitrofenol.

## **AMONIO**

Introducción: el nitrógeno amoniacal causa un consumo de oxígeno en las aguas, de manera que si el vertido es importante frente al caudal puede dar lugar a concentraciones de oxígeno disuelto perjudiciales. Por tanto es conveniente la determinación de su concentración en las diferentes etapas del proceso de depuración.

Aplicación: la medida de la concentración de amonios se efectuará en todas las muestras de agua bruta, agua decantada y agua tratada.

Método: para la determinación de la concentración de amonio aplicamos el método colorimétrico, de reflujo cerrado, utilizando cubetas tapadas y efectuando la medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra.

Fundamento: utilizando el método de MERCK, el amonio presente en el agua se determina por la formación de un compuesto azul intenso al hacerlo reaccionar, en solución fuertemente alcalina, con iones hipoclorito y un fenol.

## **NITRITOS**

Introducción: el nitrito es un compuesto tóxico para la fauna acuática, por tanto es conveniente el seguimiento de su concentración en las diferentes etapas del proceso de depuración.

Aplicación: la medida de la concentración de nitritos se efectuará en todas las muestras de agua bruta, agua decantada y agua tratada.

Método: para la determinación de la concentración de nitritos aplicamos el método colorimétrico, de reflujo cerrado, utilizando cubetas tapadas y efectuando la



medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra (método MERCK).

*Fundamento:* el nitrito presente en el agua se determina por la formación de un azocolorante violeta rojizo al reaccionar en medio ácido con unos determinados compuestos químicos.

### **NITRATOS**

*Introducción:* la concentración de nitratos es un parámetro a controlar para evitar procesos no deseados en las distintas etapas del tratamiento de depuración.

*Aplicación:* la medida de la concentración de nitratos se efectuará en todas las muestras de agua bruta, agua decantada y agua tratada.

*Método:* para la determinación de concentración de nitratos aplicamos el método colorimétrico, de reflujo cerrado, utilizando cubetas tapadas y efectuando la medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra (método MERCK).

*Fundamento:* el nitrato presente en el agua se determina por la formación de un compuesto anaranjado al reaccionar, en solución sulfúrica y fosfórica.

### **FÓSFORO TOTAL**

*Introducción:* el fósforo total es un elemento imprescindible para el desarrollo de los microorganismos de las aguas y, en consecuencia, para el proceso de depuración biológica.

El contenido de fósforo en las aguas se debe a los vertidos urbanos (detergentes, fosas sépticas, etc.) y por otra parte a los vertidos de las industrias agroalimentarias (abonos, piensos compuestos, etc.).

El fósforo es un nutriente que produce la eutrofización especialmente en aguas estancadas o que circulan a baja velocidad. En la mayor parte de los casos es el factor limitante del crecimiento de algas.

*Aplicación:* el fósforo se determina en las muestras de agua bruta y de agua tratada.

*Método:* para la determinación del fósforo total aplicamos el método colorimétrico, de reflujo cerrado, utilizando tubos de ensayo tapados y efectuando la medida con un fotómetro a determinadas longitudes de onda, en función de la naturaleza de la muestra (método MERCK).

*Fundamento:* en solución sulfúrica, los iones ortofosfato forman con los iones molibdato ácido molibdoforfórico. Este último, con ácido ascórbico, se reduce a azul de fosfomolibdeno (PMB), que se determina fotométricamente (método MERCK).

## **OXÍGENO DISUELTO**

*Introducción:* los niveles de oxígeno disuelto en el agua dependen de la actividad física y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de oxígeno disuelto en un agua es clave para conocer la actividad biológica que tiene lugar en la misma, así como su nivel de contaminación.

*Aplicación:* la determinación de oxígeno disuelto se llevará a cabo en las aguas de los tanques de aireación, para el ajuste del funcionamiento de los equipos de aporte de aire.

*Método:* el método a emplear es el electrométrico que utiliza electrodos de membrana.

*Fundamento:* el método del electrodo de membrana se basa en la tasa de difusión del oxígeno molecular a través de una membrana. La corriente difusora es linealmente proporcional a la concentración de oxígeno molecular.

## **SULFUROS**

*Introducción:* la presencia de sulfuros se debe tanto a la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual como a la reducción bacteriana de los sulfatos. El sulfuro de hidrógeno que escapa al aire a partir de las aguas residuales y de los fangos producidos genera olores molestos que es necesario controlar.

*Aplicación:* se determinará la concentración de sulfuro de hidrógeno en las muestras correspondientes al agua bruta y fangos espesados.

*Método:* determinación cualitativa mediante utilización de "kit colorimétrico" para la determinación de sulfuros.

*Fundamento:* el sulfuro de hidrógeno reacciona con el dicloruro de N – N' – dimetil – 1,4 – fenildiamonio dando azul de leucometileno incoloro, que luego se oxida con sulfato de hierro para dar azul de metileno.

## **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL FANGO ACTIVO**

*Introducción:* proceso por el cual se verifica la existencia de fauna microbiológica en el fango activo.

*Aplicación:* la determinación de parámetros microbiológicos se realiza en todas las muestras de fangos activos, con la periodicidad indicada en el Plan de Muestreo Analítico.

*Método:* la observación de las muestras se tiene que hacer lo más rápidamente posible para evitar cambios en la población de los protozoos y del resto de los microorganismos.

Se ha observado que en muestras de fangos con elevada demanda de oxígeno y de más de 2 litros de volumen mantenida en un frigorífico durante más de 3 horas, se produce una anoxia que afecta mortalmente a los ciliados.

De modo que para prevenir la anoxia se tiene que tomar de 200 a 300 ml de muestra en un frasco de litro para proporcionar suficiente oxígeno durante el transporte y se deberá observar antes de 3 horas, después de tomar la muestra.

*Fundamento:* cuantificar e identificar los microorganismos del fango activo, es necesario para tener un buen control del proceso biológico y, por tanto, poder explotar las instalaciones de depuración de la manera más óptima posible.

### **% VOLÁTILES DEL FANGO DESHIDRATADO**

*Introducción:* la concentración de sólidos volátiles es un indicador de la reducción de materia orgánica.

*Aplicación:* se determinará la concentración de sólidos volátiles en las muestras de fango deshidratado.

*Método:* el método utilizado es el gravimétrico.

*Fundamento:* se toma una muestra de fango deshidratado y se pone en una cápsula de porcelana. Se deja un tiempo en la estufa después en la mufla a 550 °C. Se anota cada pesada: la cápsula vacía, antes y después de la estufa y después de la mufla.

### **TURBIDEZ**

*Introducción:* la turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos. La turbidez es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

*Aplicación:* se determinará en las muestras de agua tratada de salida de la planta y en muestras de agua de tratamiento terciario.

*Método:* el método utilizado es el nefelométrico.

*Fundamento:* la comparación de la intensidad de la luz dispersada por una muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones da una medida de la turbidez de la muestra, cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbidez.

### **MATERIA VOLÁTIL DEL INFLUENTE Y FANGO BIOLÓGICO**

*Introducción:* el porcentaje de materia volátil en el influente y en el fango biológico es un indicador del rendimiento en la reducción de materia orgánica.

*Aplicación:* se determinará la concentración de materia volátil a residuo que queda en el cono Imhoff después de la V60 del agua del influente y al residuo procedente de la decantación del fango biológico.

*Método:* el método utilizado es el gravimétrico.

*Fundamento:* se procede igual que con los sólidos volátiles.

## **CONCLUSIONES**

El agua es un bien necesario para la vida cotidiana de cualquier ser humano, sin el cual no se puede vivir. En algunos lugares este bien escasea y por ello es necesario desarrollar nuevas tecnologías que permitan obtener un agua con cierta calidad en función del uso que se le de a la misma.

El tratamiento de las aguas residuales constituye un proceso con una creciente importancia, debido a su elevada generación y a la necesidad de llevar a cabo este proceso.

Una forma de obtener agua y no perderla es la depuración de aguas residuales. Éste método permite a las poblaciones reutilizar el agua que previamente ha sido destinada a las diversas actividades del municipio, de manera que no se pierda agua y a la vez se ahorre en el consumo de agua potable para ciertos usos.

En el caso de la EDAR de Torrevieja este proceso se lleva a cabo de forma satisfactoria, ya que se reutiliza el 100% del agua residual tratada en la planta: un 95% es destinada a riego agrícola y un 5% se destina a riego de parques y jardines del municipio, baldeo de las calles, fuentes, etc. Es una forma de aprovechar el agua residual sin hacer uso del agua destinada a consumo humano para estas actividades.

En definitiva, se debería potenciar la depuración de aguas residuales, así como otros tratamientos, para poder reutilizar el agua en función de los usos a los que posteriormente va a ser destinada, sobre todo en aquellas regiones donde es un bien escaso y la pérdida de la misma supone un gran problema para el desarrollo de su población.

## **EXPERIENCIA PERSONAL**

La experiencia que ha supuesto realizar las prácticas en la EDAR de Torrevieja la valoro como algo positivo porque me ha servido para hacer uso de los conocimientos que he adquirido a lo largo del máster, así como fijarlos y llevarlos a la práctica. Además, he podido ver el trabajo que se lleva a cabo diariamente en una EDAR tanto en condiciones normales como en momentos de fuertes lluvias o aumento puntual de la población (época estival).

Por otro lado, he aprendido a realizar todas las analíticas llevadas a cabo en una EDAR tanto a las aguas que llegaban a la planta como a las aguas tratadas en la misma, teniendo en cuenta la interpretación de los resultados en función de las diferentes situaciones de cada momento.

Finalmente decir que mis tutores en la EDAR me han ayudado en todo momento a comprender el proceso de depuración de aguas residuales, a solventar cualquier duda que se me pudiese presentar, explicándome cualquier variación que se pudiese dar y el porqué de la misma, enseñándome todo lo relacionado con el laboratorio y los nuevos análisis que van a desarrollar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGUAS DEL ARCO MEDITERRÁNEO, S.A. (2010).** Accesible en: *www.agamed.com*

Consultado en Julio de 2010.

**AQUAGEST LEVANTE, S.A. (2009).** Accesible en: *www.aquagestlevante.es*

Consultado en Julio de 2010.

**AYUNTAMIENTO DE TORREVIEJA (2010).** Accesible en: *www.torrevieja.es*

Consultado en Julio de 2010.