

RESUMEN

Los humedales construidos surgen de la intención de aprovechar las cualidades de depuración de los humedales naturales. En los últimos 25 años se han llevado a cabo numerosos estudios que pretenden mejorar el diseño de los humedales construidos. Aun así, su funcionamiento interno es conocido tan solo de forma somera. Esto es debido al gran número de procesos que se dan en su interior, y a la complejidad derivada de la interacción que se da entre ellos.

El presente estudio se enmarca dentro de un proyecto de investigación llevado a cabo por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que tiene por objetivo contribuir al conocimiento del funcionamiento de los humedales. Para ello se ha desarrollado una planta piloto formada por 8 humedales de flujo subsuperficial de tamaños, profundidades y rellenos diferentes.

El objeto del presente estudio es el análisis de la evolución de la distribución de tamaños de partículas dentro de dos de los humedales de flujo subsuperficial anteriormente descritos. Su motivación es el hecho de que muchos de los parámetros utilizados tradicionalmente en ingeniería ambiental son del tipo agregado, esto es, parámetros que engloban muchas especies químicas diferentes, que pueden en realidad estar sometidas a procesos totalmente distintos. Este es el caso de los parámetros de medición de materia orgánica (TOC, DBO₅), o de materia en suspensión. Se pretende comprobar en qué medida el tamaño de las partículas determina el modo en que éstas serán eliminadas en el interior del humedal.

A este efecto se llevaron a cabo cuatro campañas de muestreo en diferentes meses del año 2003. Las muestras se tomaron en dos humedales de dimensiones y profundidades diferentes, en cinco puntos de cada uno de ellos. Se realizó un conteo de partículas de cada una de las muestras y un estudio estadístico de la evolución predominante en los humedales según el tamaño de éstas. Asimismo, se modelizó la cinética de esta evolución según rangos de tamaños con el objetivo de obtener un modelo fiable de predicción de la evolución.

Se ha comprobado que en los humedales de flujo subsuperficial, la eliminación de partículas se produce mayoritariamente en los primeros metros de los mismos. La eliminación media de partículas en el primer cuarto del recorrido es de alrededor del 80 % en ambos humedales. En el efluente, esta reducción es de aproximadamente el 95 % de media. No se observan diferencias significativas entre ambos humedales, por lo que se concluye que la relación de tamaños no afecta a este aspecto.

Puede comprobarse que el 95 % de las partículas en los afluentes pertenecen a un rango de tamaños de entre 0,7 y 2 μm , y que su eliminación es del mismo tipo y orden de la experimentada por el número total de partículas. La eliminación de materia orgánica es análoga a la de la eliminación de partículas, aunque los porcentajes de eliminación son siempre menores. Esto es debido a que aproximadamente un 50 % de la materia orgánica en las aguas residuales domésticas está en forma disuelta, y no queda retenida al inicio del humedal con las partículas mayores. El análisis de la composición de la materia orgánica revela que a pesar de que el TOC no disminuya significativamente después de haberse dado los fenómenos de filtración, los humedales consiguen degradar la materia orgánica a formas más asimilables para el medio natural.

La principal forma de eliminación de las partículas, es la filtración. Una gran fracción de las partículas entrantes en el humedal queda retenida en los metros iniciales por fenómenos físicos. En esta zona se acumulan cantidades importantes de contaminantes que, al hidrolizarse y descomponerse las partículas, siguen su camino a lo largo del humedal. Se crea así una fuente continua de materia orgánica y otros contaminantes. Para evitar este fenómeno sería recomendable implantar a la entrada de los humedales un sistema de pretratamiento que eliminase las partículas de entre 0,7 y 2 μm .

La modelización cinética reveló que las partículas de tamaños mayores a 1 μm se eliminan siguiendo modelos de orden cero. Para las partículas de menor tamaño, se concluye que los modelos que mejor ajustan la cinética real de la eliminación de partículas son los modelos biparámetro de orden uno. Los mejores resultados se obtuvieron para el modelo de flujo en pistón con retardo, con constante de eliminación del orden de 1,5 d^{-1} y coeficiente de retardo de 3,5 d^{-1} , para el modelo de tanques en serie con un reactor de flujo en pistón al inicio, con constante de eliminación del orden de -0,05 d^{-1} y t_{delay} de 45 y 20 horas respectivamente para los humedales C2 y D2.