

Estudio de la puesta en marcha de un respirómetro "on line"

M^a Dolores COELLO OVIEDO

Doctor Ingeniero Químico

Diego SALES MÁRQUEZ

Doctor en Ciencias Químicas

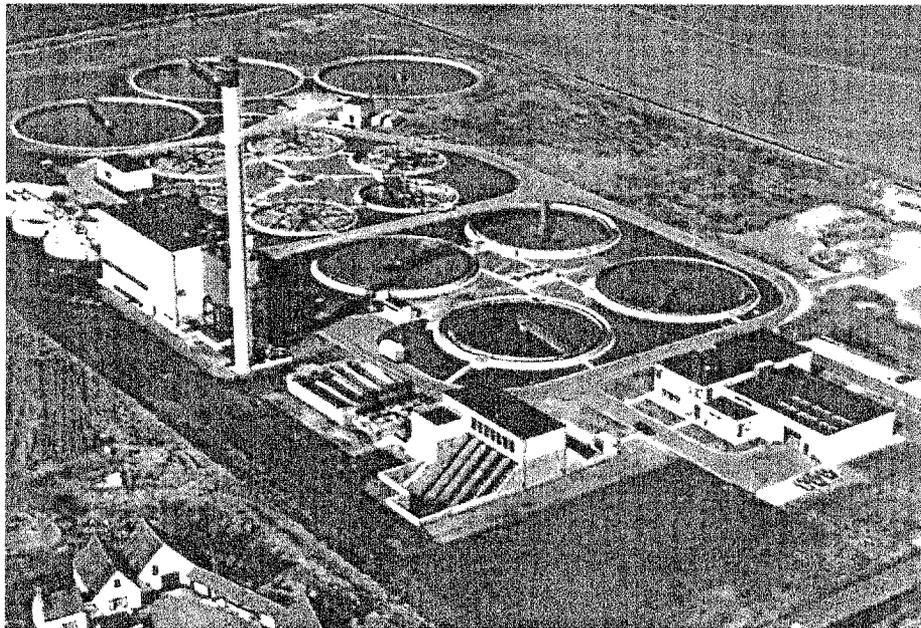
José M^a QUIROGA ALONSO

Doctor en Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnología del Medio Ambiente

Facultad de Ciencias del Mar

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



En el presente artículo se estudia la respuesta de un respirómetro en continuo con el objetivo de proteger el sistema de lodos activos de posibles choques de carga que pueden llegar a la EDAR y que provocan desequilibrios en la población microbiana presente en dicho sistema. Los resultados obtenidos muestran, que la utilización de este respirómetro en continuo puede prevenir posibles episodios indeseables en el sistema de fangos activos, mostrándose como una herramienta muy útil para el control del mismo.

Introducción

La presencia de altas cargas orgánicas en el sistema biológico de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) puede plantear problemas de funcionamiento en las mismas. La instalación de un equipo que pueda medir en continuo algún parámetro representativo que ayude a detectar episodios de inestabilidad puede resultar interesante, protegiéndose a la planta de llegar a situaciones que si no se conocen en el momento pueden ser irreversibles.

Por protección nos referimos a la monitorización anticipada de aguas residuales que presenten una sobrecarga o toxicidad que potencialmente pueden ser detectadas a través de las correspondientes señales de alarmas antes de que vayan a entrar en el reactor biológico de la EDAR, y con tiempo suficiente como para poder llevar a cabo las oportunas medidas.

El equipo utilizado en el presente artículo, ofrece posibilidades de control y protección hasta ahora inaccesibles por medio de métodos tradicionales. Así por ejemplo nos permite medir en continuo la DBO puntual, así como la tendencia de este parámetro; medir en continuo la carga de DBO, mediante la inyección al equipo de la señal analógica desde el correspondiente caudalímetro; generar señales de alarma para cada uno de los parámetros medidos a partir de la superación de los correspondientes puntos de consigna programables. El interés de su instalación en las EDARs se centra en el ahorro económico que puede representar la detección de puntas de cargas antes de la llegada de éstas al sistema biológico.

El respirómetro puede detectar puntas de carga a través de la monitorización en continuo de la Carga-DBO y mediante la fijación de un punto de consigna programado para el límite: sobrecarga. La detección a tiempo de la sobrecarga permite el

acondicionamiento automático del by-pass para desviar parte de esta carga y, de este modo control a un nivel de carga de entrada en que el reactor biológico se encuentre capacitado para ejercer su función.

Entre los efectos más notables que una punta de carga puede provocar en el reactor biológico son:

- * concentraciones de oxígeno insuficientes en la cuba de reacción,
- * proliferación de bacterias filamentosas que se traducirá en problemas de sedimentación en el decantador secundario, y
- * empeoramiento de la calidad de efluente.

Así, la instalación de este equipo en línea en una EDAR protegería al sistema biológico de cualquier episodio de inestabilidad que pudiera producirse, sin ningún tipo de consecuencia negativa para el mismo. El objetivo del presente artículo ha sido estudiar la respuesta de este equipo ante las variación de carga que tiene lugar en una EDAR, comparando los resultados obtenidos por el respirómetro con los obtenidos en el laboratorio.

Material y métodos

Analizador respirómetro en continuo

Principio de funcionamiento del equipo

El estudio de puesta en marcha del analizador respirométrico en continuo se ha llevado a cabo en la EDAR de Jerez de la Frontera. Concretamente el equipo está basado en una avanzada y sencilla tecnología, en la que es determinada la línea base (ODb), tiene lugar una medida de oxígeno disuelto (ODt) en secuencia continua. Durante esta secuencia se calcula una tasa de respiración (Rs) proporcional a la contaminación orgánica de la muestra que se esté analizando y, por tanto, a la DBO.

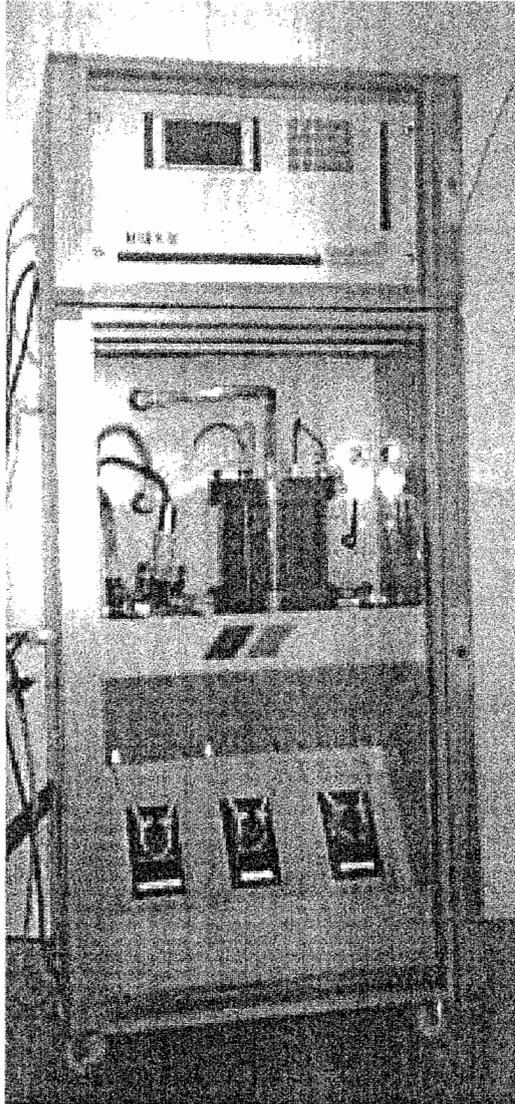


Figura 1. Respirómetro instalado en la EDAR de Jerez de la Frontera.

Para llevar a cabo su función el equipo necesita de un fango activo, fuente básica para la creación de la respiración bacteriana, y agua-muestra como elemento que potencialmente puede contener cierta contaminación orgánica o sustrato biodegradable por las bacterias del fango activo.

El sistema consta de alimentaciones continuas hacia el equipo, tanto de fango activo, como de agua muestra. Estas alimentaciones se llevan a cabo desde unos lazos rápidos provistos de dispositivos separadores de sólidos conectados a la línea principal de transporte de fluidos. Desde estos dispositivos conectados en línea, se aspiran ambos fluidos de forma ininterrumpida por medio de dos

bombas peristálticas instaladas para tal fin. Estas bombas conducen al fango activo y al agua residual a los correspondientes depósitos de acondicionamiento de muestras.

Desde estos depósitos ambas muestras son aspiradas por otras dos bombas peristálticas, hacia el sistema de análisis compuesto por la cámara de reacción y un sensor de oxígeno disuelto, instalado en una celda de flujo rápido. En este sistema de análisis es donde se realiza, en secuencia continua, la medida de la respiración basal de los microorganismos presentes en los lodos activos (ODb). También y a modo de pulsos, se bombea agua residual decantada para medir el oxígeno resultante del consumo que realizan los microorganismos al entrar en contacto con la materia orgánica que se encuentra presente en el agua residual. Esta es la medida a la que el sistema llama ODT. Por medio de estas dos medidas se determina la tasa de respiración (Rs) y la tasa de respiración media acumulada (Rsm), que darán lugar a la DBO y a la DBOmedia móvil.

De esta forma el agua residual está en contacto con los microorganismos durante un espacio de tiempo muy corto, produciéndose continuamente una renovación tanto del fango como del agua residual en la pequeña cámara de reacción donde se llevan a cabo las medidas.

El equipo lleva además incorporado un sistema de lavado programable que periódicamente se pone en funcionamiento para la celda de flujo, cámara de reacción y depósito de fango.

En la figura 1 aparece el respirómetro utilizado en la EDAR de Jerez de la Frontera.

Descripción del equipo

En el equipo respirométrico utilizado se pueden considerar los siguientes sistemas:

- * Módulo de control y proceso.
- * Sistema de análisis:
 - sensor de oxígeno disuelto (DO-400).

- celda de flujo de metacrilato que alberga al sensor y le procura una autolimpieza por barrido tangencial de la membrana,
- bomba magnética de recirculación instalada en la parte trasera; bombea en circuito cerrado a través de la celda de flujo y cámara de la propia bomba, y
- circuitos hidráulicos.

El volumen total del conjunto en sí constituye la cámara de reacción de este sistema.

* Sistema de acondicionamiento del fango activo:

- depósito aireado de fango, este depósito contiene en su interior un sensor de nivel de fango y tres difusores de aire,
- un compresor de aire, instalado en el interior. Alimentan de aire a los difusores del depósito de fango, y
- bomba de agitación del fango- instalada en el interior, tiene como misión conseguir una permanente agitación del fango y homogeneización del mismo.

* Sistema de bombeo. Compuesto por tres bombas peristálticas:

- B1 - Bomba de renovación permanente de fango activo, con bombeo desde el exterior de la línea de fangos hasta el depósito de fango aireado.
- B2- Bomba de alimentación de muestra de agua residual, con bombeo desde la línea de agua residual decantada hacia el sistema de análisis.
- B3 - Bomba de alimentación de fango, con bombeo desde el depósito aireado de fango hacia el sistema de análisis.

* Sistema de vaciado de depósito de fango. Compuesto por una válvula manual de tres vías conectada al circuito de recirculación del fango y un pulsador que acciona un dispositivo automático de vaciado del depósito.

Medidas tradicionales en laboratorio

Con el objetivo de validar las medidas obtenidas por el respirómetro, en el laboratorio se realizó la DBO₅ a muestras integradas de un periodo de tiempo de 24 horas según los Métodos Normalizados (APHA; AWWA; WPCF; 1992).

Resultados y discusión

Una vez llevada a cabo la instalación del equipo, se comenzó a obtener en continuo resultados con el respirómetro, lo que permitió conocer en todo momento el estado en el que se encontraba la microbiota del sistema y la carga que le estaba llegando a ésta. Las medidas en continuo constituyen los valores con mayor representatividad y los que realmente se deben tener en cuenta para la confección de cualquier criterio coherente.

El respirómetro disponía de un sistema de adquisición de datos que acumulaba los datos que iba registrando, de forma que, una vez por semana, se procedía al volcado a ordenador de los mismos.

Las variables que se obtiene de la memoria histórica del respirómetro son:

DBOm (mg/L): media móvil de los valores de DBO. Este parámetro representa un valor integrado y determina la tendencia de los valores de DBO. El valor es obtenido

cada diez minutos, por lo que esta variable nos puede dar una información muy útil para estudiar la tendencia de las cargas que están llegando al biológico. Los valores de DBO son obtenidos por el respirómetro mediante un algoritmo interno a partir de las tasas de respiración medidas.

Odb (mg/L) Línea base. Se refiere al oxígeno resultante de la respiración básica, la cual es debida a las necesidades de oxígeno del fango para su mantenimiento, sin aportar fuente alguna de materia orgánica. Los valores de Odb se obtienen en cada autocalibración de la línea base que hace el equipo; el espacio de tiempo entre los autocalibrados es impuesto por el técnico. En el caso concreto del respirómetro de Jerez, la calibración de la línea base además de calcularse cada vez que se iniciaba el ciclo de funcionamiento, periódicamente y cada 3 horas, el analizador trazaba su línea base con el fin de corregir errores por cambio en la respiración endógena de la microfauna del sistema. A la Odb, corregida teniendo en cuenta la dilución que provoca el agua residual, se le denomina Odb_r.

En la figura 2 aparecen representados los resultados de la DBOm y ODb obtenidos por el respirómetro durante un ciclo de funcionamiento de 24 horas.

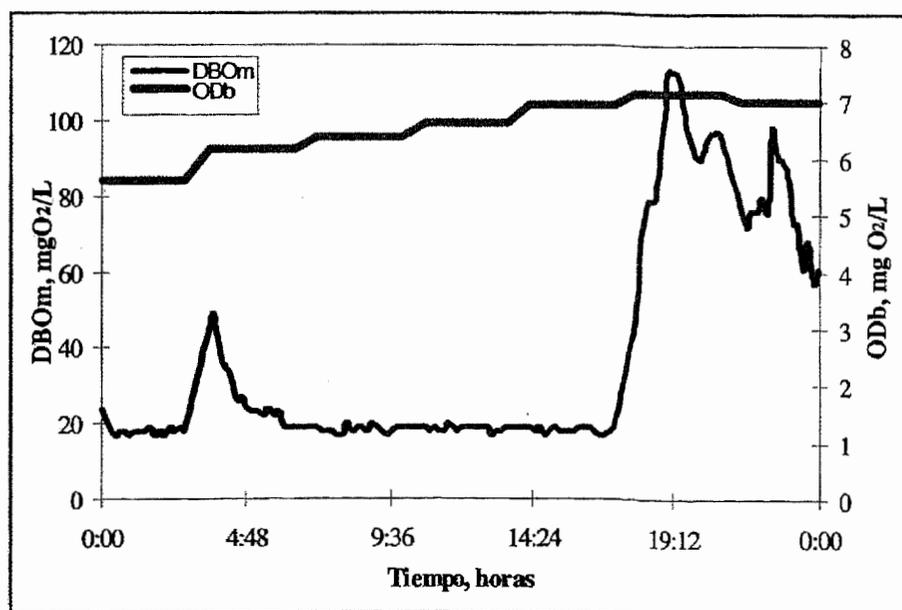


Figura 2. Representación de los resultados adquiridos durante el respirómetro durante 24 horas.

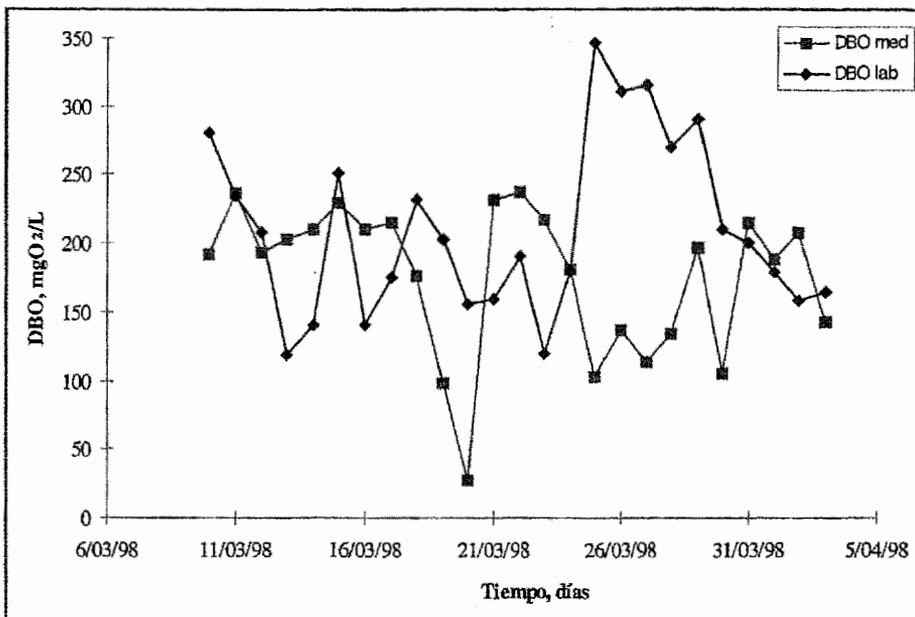


Figura 3. Representación de los datos de DBO adquiridos por el respirómetro y la DBO hallada en el laboratorio.

Inicialmente (0:00 horas), el oxígeno que permanece en el sistema después de la respiración endógena (Odb) es 5,6 mgO₂/L y su tendencia, representada en trazo rosa, es ligeramente ascendente, lo que indica que los microorganismos están realizando un menor consumo del mismo, es decir, la tasa de respiración endógena de la microbiota disminuye con el tiempo.

La tendencia de la DBO es prácticamente constante durante las 17 primeras horas del ensayo, a excepción del espacio de tiempo comprendido entre las 3:32 y las 4:32 horas donde se produce una punta de carga aislada, que llega hasta una DBO de 49 mgO₂/L, sin llegar a afectar a la tasa de respiración endógena de los microorganismos.

A partir de las 17 horas de registro, los valores de DBO comienzan a ascender llegando a un valor máximo de 113 mgO₂/L a las 19:00, poco después de producirse esta pico de carga, parece registrarse un pequeño descenso en la Odb, el cual es debido, probablemente, al aumento del consumo de oxígeno por parte de los microorganismos como consecuencia del exceso de carga que ha llegado a la cuba de aireación.

La explicación del pico de carga producido entre las 19:00 y las

24:00 h, es consecuencia de la estrategia del ahorro energético que sigue el personal técnico que explota la estación depuradora. Este estrategia consiste en desviar parte del caudal de agua residual que le llega a la planta durante el día, hacia unos reservorios desde donde los introducen en las cubas de aireación durante la noche.

Con el fin de confirmar la validez de los datos que se estaba obteniendo a partir del respirómetro, se realizó un estudio comparativo de un mes de duración entre los datos de cargas (DBO) obtenidos por el respirómetro y los obtenidos en el laboratorio. Para ello se realizó la DBO en el laboratorio de muestras integradas de un periodo de 24 horas, y el resultado obtenido se comparó con la media de los datos almacenados en el respirómetro, los cuales aparecen representados en la figura 3.

El estudio detallado de dicha figura indica que no existe correlación alguna entre los datos obtenidos por el respirómetro y los obtenidos en el laboratorio lo que implica que alguna de las dos vías de adquisición de datos presenta algún error. Los datos del laboratorio ofrecen, en principio, una mayor fiabilidad, ya que periódicamente se realizan patrones de DBO que confirman los resultados que se obtienen, lo que induce a

pensar que el error puede estar en el respirómetro. Las razones de esta disparidad en los resultados pueden ser muy diversas: puede estar provocada por un error en el proceso de calibración del equipo, en el propio algoritmo interno que posee el equipo para el cálculo de este parámetro, un ensuciamiento de la membrana del oxímetro que invalida las medidas realizadas, etc.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que la utilización de respirómetro en continuo para el control del sistema biológico se muestra como una herramienta muy útil y necesaria. Además gracias al fácil manejo y mantenimiento del mismo se presenta como un instrumento deseable para toda planta depuradora de aguas residuales cuyo tratamiento biológico se corresponda con un sistema de lodos activos. No obstante, y debido a la baja correlación de datos entre los resultados registrados por el respirómetro y los obtenidos en el laboratorio se puede establecer que son necesarias modificaciones en el diseño del mismo, con el fin de obtener la mayor fiabilidad de los resultados obtenidos.

Bibliografía

- APHA; AWWA; WPCF. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Editorial Díaz de Santos.
- BUENO J.L.; SASTRE, H.; LAVIN, A.G. 1997. *Contaminación e ingeniería ambiental*. Vol I-V. Ed. FICYT. Oviedo
- SPANJERS, H. 1993. *Respirometry as a tool for rapid characterization of wastewater and activated sludge*. Wat. Sci. Tech. 31(2): 105-114.
- SERRANO, E. 1996. *Control del sistema de aireación de una EDAR por medio de medidas de respirometría BM3R en continuo*. Residuos 29:44-49.