

Conceptos utilizados en Respirometría BM

Términos habituales

Estudio o Servicio de Respirometría

Trabajo que se lleva a cabo con fango activo y muestra/s para el desarrollo de una o varias aplicaciones dirigidas a uno o varios objetivos. El número de aplicaciones de respirometría es muy amplio, pero las más habituales son las siguientes: estado actual del proceso de depuración, biodegradabilidad referida al fango, toxicidad referida al fango activo, análisis de la nitrificación-desnitrificación, capacidad de eliminación de la DQO y/o nitrógeno.

Ensayos de respirometría

Se trata de los ensayos que se pueden realizar con un respirómetro de laboratorio. Normalmente los ensayos se realizan con fango activo del reactor biológico o con una mezcla de fango + muestra a analizar.

Respirograma

Es la representación gráfica de las medidas que el respirómetro ha realizado o está realizando en el curso de un ensayo de respirometría. En los respirómetros BM de Surcis, los respirogramas de uno o varios parámetros se llevan a cabo de forma automática de forma simultánea, con la capacidad de ir conociendo los resultados en curso cliqueando sobre cualquier punto de la gráfica.

Condiciones del ensayo de respirometría

Normalmente se refiere a las condiciones físico-químicas, como son la Temperatura, Oxígeno, pH, Volúmenes de muestra, Aireación. Todas estas condiciones se pueden programar por software en los sistemas de respirometría BM antes de realizar el ensayo y con capacidad de poderse variar en el transcurso del mismo.

Fango activo

Es el fango utilizado en los ensayos de respirometría que normalmente proviene del reactor biológico de una depuradora o de un cultivo biológico apropiado para este fin. Normalmente el fango se colecta del final del proceso de depuración y, por esta razón, se denomina fango efluente.

Muestra

La muestra a analizar puede ser agua residual urbana, corriente / vertido industrial, compuesto, mezcla agua residual urbana + vertido industrial.

Estándar

Se refiere a un compuesto que se utiliza en los ensayos de respirometría como referencia.

Normalmente se utiliza acetato sódico como estándar orgánico y cloruro de amonio como estándar de nitrógeno amoniacal.

Tienen una importante aplicación en la determinación de coeficientes de crecimiento de biomasa y como referencia en aplicaciones de Toxicidad & Inhibición.

Reactivos

Se trata de los reactivos químicos que se suelen utilizar en la respirometría, como son el acetato sódico (estándar orgánico), cloruro de amonio (estándar de N-Amoniacal), Alil-Tiourea (ATU: inhibidor de la nitrificación)

Sistema der Respirometría BM

Un sistema de respirometría BM se compone del analizador + PC + software (cargado en el PC)

Actualmente Surcis dispone de los siguientes modelos: BM-T+, BM-EVO, BM-Advance, BM-EVO2, BM-Advance2 y BM-Advance Pro.

Reactor del respirómetro

Es el conjunto formado por los sensores de medida, sistema de acondicionamiento (agitación, recirculación, atemperación, oxigenación) y vaso en un respirómetro BM.

Controlador de medidas

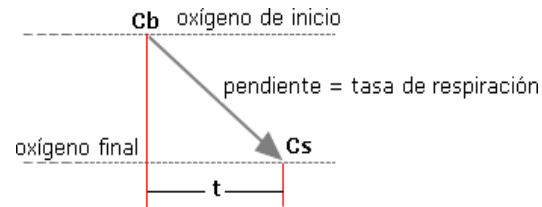
Es el dispositivo instalado en un respirómetro que controla y monitoriza las medidas realizadas.

Estas medidas pueden ser las siguientes: Oxígeno, Temperatura, pH (solo en modelos Advance) y Potencial Redox (solo en modelo Advance Pro → como parámetro ORP)

Parámetros generales

OUR: Tasa de respiración global (mg O₂/l.h)

La tasa de respiración no es otra cosa que la velocidad con que los microorganismos del fango activo están consumiendo oxígeno para su propia supervivencia (respiración endógena) y para la eliminación de sustrato biodegradable (respiración exógena)



La tasa de respiración es un indicativo de la actividad del fango tanto en lo que se refiere a su salud, como a la capacidad de degradación de un sustrato biodegradable.

El OUR se suele medir en mg O₂/l.h y en kg O₂/m³.d

SOUR: Tasa específica de respiración (mg O₂/gSS.h)

Con este parámetro se relaciona el OUR con los sólidos en suspensión del fango (SSLM o SSVLM)
Se trata pues de la actividad del fango por unidad de sólidos.

Es un parámetro complementario al OUR.

Rs: Tasa de respiración exógena (mg O₂/l.h)

Cuando la tasa de respiración se refiere exclusivamente al oxígeno que se consume para la degradación del sustrato, recibe el nombre de tasa de respiración exógena.

CO: Consumo de oxígeno (mg O₂/l)

Es el la cantidad de oxígeno total consumida en la oxidación de un sustrato por el fango activo.

DQOb: DQO biodegradable (mg/l)

Fracción biodegradable de la DQO

X: Biomasa total (mg/l)

Es la concentración de microorganismos activos contenidos en el fango activo responsable de la degradación de cualquier sustrato degradable.

X_H: Biomasa heterótrofa (mg/l)

Es la concentración de microorganismos contenidos en el fango activo responsables de la eliminación de la materia orgánica.

X_N: Biomasa nitrificante (mg/l)

Es la concentración de microorganismos contenidos en el fango activo responsables de la eliminación del nitrógeno amoniacal.

Principales aplicaciones y parámetros utilizados

Estado de la biomasa global

OUR_{end}: Tasa de respiración de la respiración endógena (mg O₂/l.h)

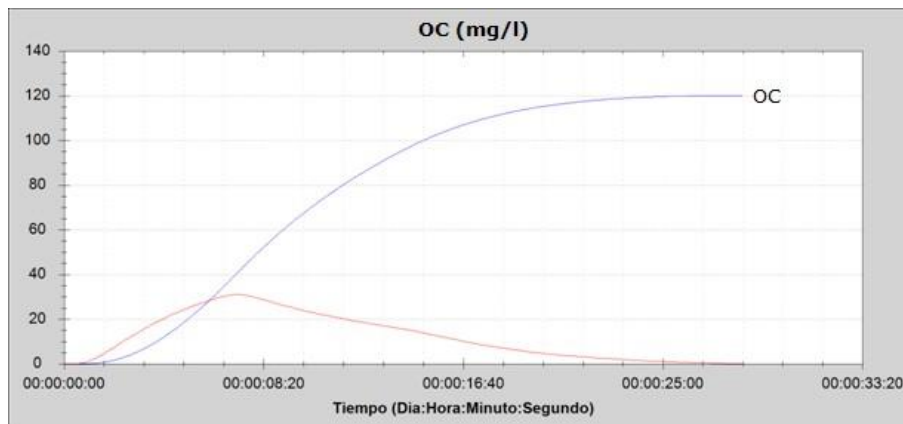
Se trata de la tasa de respiración de los microorganismos contenidos en el fango activo para su supervivencia, en ausencia de sustrato. En este estudio la denominamos OUR_{end}

El OUR_{end} es directamente proporcional a la concentración efectiva de microorganismos activos. Por esta razón, su medida puede servir para valorar la concentración de microorganismos activos que se encuentran actualmente en el fango.

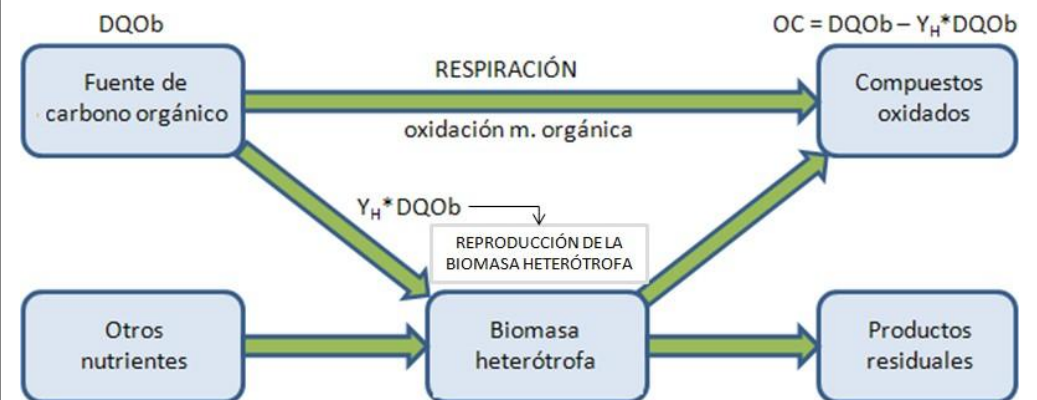
Con ello, el OUR_{end} permite evaluar si una baja actividad del fango es debida a que hay pocos microorganismos como consecuencia de que el fango se pudiera encontrar bajos los efectos de una posible falta de nutrientes, condiciones inadecuadas, inhibición o toxicidad.

Y_H: Coeficiente estequiométrico del crecimiento de la biomasa heterótrofa (O₂/DQO, SSV/DQO)

Representa la parte de la DQOb que pasa a ser nutriente de la biomasa heterótrofa, y se determina por respirometría utilizando como muestra un compuesto estándar fácilmente asimilable (acetato sódico)



Respirogramas de valores Rs y OC



Comparando el valor de Y_H con los rangos establecidos (según tabla normalizada), podemos saber si la biomasa tiene una reproducción normal o, por el contrario, es baja.

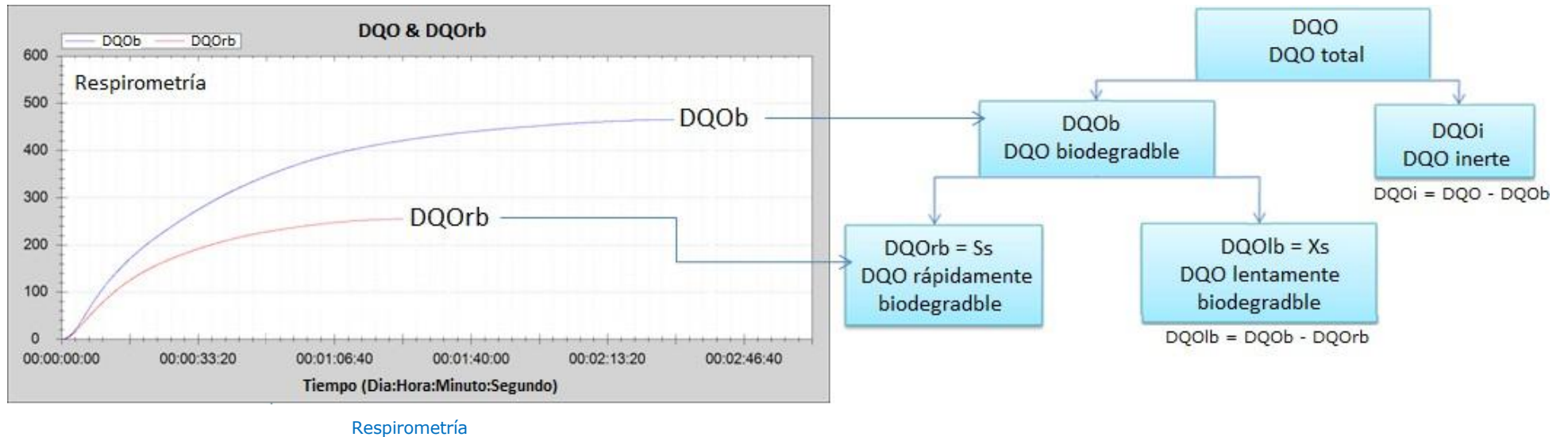
Valoración primaria del proceso de depuración

UNFED SOUR: SOUR del fango efluente (mg O₂/gSS.h)

El Unfed SOUR se lleva a cabo con fango del final del proceso (fango efluente). Comparando este parámetro con una tabla guía podemos valorar si el proceso se desarrolla de forma normal o está sobrecargado o tiene síntomas de toxicidad.

Fracciones de la DQO y parámetros derivados

Las fracciones de la DQO forman parte de la caracterización de una determinada muestra para valorar su impacto en un proceso de depuración biológica.



Para cada fracción de la DQO, además de su valor, se calcula el porcentaje sobre la DQO total.

DQOb: DQO biodegradable (mg/l)

La DQOb representa la fracción de la DQO afluyente que es biodegradable.

Con el respirómetro BM, la DQOb se determina de forma automática a partir de la integración de las tasas de respiración R_s (mg O_2 /l.h) obtenidas de un ensayo de respirometría, en donde se añaden muestra de agua residual al fango en respiración endógena, y la participación del coeficiente estequiométrico Y_H .

q: Tasa específica de eliminación de la DQOb (mg DQO/mg SS.d)

El parámetro q representa la velocidad de eliminación de la DQO biodegradable por unidad de sólidos (SSLM o SSVLM)
Este parámetro cinético puede relacionarse con la carga másica del proceso (F/M)

DQOrb (Ss): DQO rápidamente biodegradable (mg/l)

La DQOrb es la fracción de la DQO que es fácilmente asimilable por la biomasa heterótrofa.

Se determina de forma automática a partir de la integración de las tasas de respiración R_s obtenidas de un ensayo de respirometría, del mismo modo que la DQOb, pero con muestra soluble.

DQOIb (Xs): DQO lentamente biodegradable (mg/l)

La DQOIb es la fracción de la DQO que degrada lentamente.

La DQO Ib se obtiene por la diferencia entre la DQO biodegradable (DQOb) y DQO rápidamente biodegradable (DQOrb)

Cuando el porcentaje de la DQOIb es relativamente elevado y la tasa de utilización del sustrato es elevada puede pasar al estado de DQO recalcitrante.

DQOi: DQO inerte (mg/l)

La DQOi representa la fracción de la DQO que no es biodegradable.

La DQOi puede denominarse también DQO refractaria o simplemente DQO no-biodegradable

Biodegradabilidad específica al fango activo

La biodegradabilidad no valora el carácter biodegradable por el fango activo de una determinada muestra.

B: Biodegradabilidad (%)

Es el porcentaje de DQOb en la DQO total.

La biodegradabilidad puede ir también acompañada por el parámetro q.

Una baja biodegradabilidad implica una elevada DQO inerte (refractaria)

Una baja q implica una baja capacidad de eliminación de la DQO.

Nitrificación

En las aplicaciones relacionadas con la nitrificación el parámetro fundamental es la tasa de nitrificación que nos mide la velocidad de eliminación del nitrógeno amoniacal en el fango activo bajo unas determinadas condiciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto y relación DQO/N.

Rs_N: Tasa de respiración por nitrificación (mg O₂/l.h)

Representa la velocidad de consumo de oxígeno de la biomasa nitrificante en su papel de eliminación del amonio. Con este parámetro se confirma la actividad nitrificante y se obtiene la base de cálculo de la tasa de nitrificación.

AUR: Tasa de nitrificación (mg N/l.h)

El parámetro AUR representa la velocidad de eliminación del nitrógeno amoniacal en las condiciones actuales del proceso.

El AUR se calcula a partir de la Rs_N

OD_{min} (N): Oxígeno disuelto mínimo para la nitrificación (ppm)

Se trata del nivel de oxígeno disuelto mínimo con que el proceso de la nitrificación se puede desarrollar para un rendimiento suficiente.

Desnitrificación

Las aplicaciones más importantes relacionadas con la desnitrificación son la determinación de la materia carbonosa necesaria para el proceso y la tasa de desnitrificación (velocidad con que el proceso anóxico está eliminando el nitrato)

DQOrb (N): DQOrb para la desnitrificación (mg/l)

Es la DQO rápidamente biodegradable que necesita el proceso de la desnitrificación para eliminar el nitrato entrante.

NUR: Tasa de desnitrificación (mg NO₃/l.h)

Es la velocidad de eliminación del nitrato.

La pendiente que produce el potencial redox (ORP) durante la desnitrificación es directamente proporcional al NUR.

Relación de nutrientes

Muchas veces el déficit de nutrientes es el culpable de que el proceso de depuración presente problemas de todo tipo. Por ello, siempre es importante tener en cuenta esta posibilidad que se puede analizar con la respirometría BM.

C/N/P: relación de nutrientes

Relación entre la DQOb eliminada / NTK / Fósforo

Desde la DQO biodegradable eliminada, se puede calcular el NTK y Fósforo necesario que necesita el proceso de depuración.

Necesidades de Oxígeno

Las necesidades de oxígeno se analizan por comparación de los kg de oxígeno por día que el sistema de aireación (u oxigenación) está suministrando y las necesidades actuales requeridas por el proceso.

AOR: Requerimiento actual de oxígeno (kg O₂/d)

El requerimiento total de oxígeno es la suma del AOR por de los valores medios diarios de la eliminación de DQOb (AOR_C) + AOR por nitrificación (AOR_N) - AOR por oxígeno disuelto en reactor aerobio (AOR_{OD}) - AOR por desnitrificación (AOR_{DN}): $AOR = AOR_C + AOR_N + AOR_{OD} - AOR_{DN}$

Inhibición / Toxicidad

Consideramos toxicidad cuando al mezclar una determinada muestra con el fango activo, el sustrato contenido en la misma, es capaz de provocar un efecto letal en los microorganismos del fango activo.

Una toxicidad, al igual que sucede con la Inhibición, provoca una reducción de la actividad biológica. Sin embargo, la diferencia entre ambas es que en la Inhibición, cuando se estén degradando compuestos normales no inhibitorios, el fango se comporta con una actividad normal; cosa que no sucede con la toxicidad, en donde el fango (que ha perdido total o parcialmente la población de microorganismos) permanece de forma permanente con una baja (o nula) actividad.

I: Inhibición (%) // **TOX:** Toxicidad (%)