

Valutazione e controllo del processo di denitrificazione anossica mediante Respirometria BM



SURCIS

Respirometria BM

SURCIS

Respirometria BM

Respirometria BM è una tecnologia che combina tecniche di respirometria tradizionali e più avanzate in un design esclusivo sviluppato dall'azienda SURCIS.

Respirometria BM si avvale di uno o due reattori, in cui i volumi di campioni e fanghi, il pH, la temperatura e altri parametri possono essere programmati nella configurazione del saggio, in qualsiasi momento.

I respirometri BM utilizzano un potente software che fornisce una serie di misurazioni e calcoli automatici di parametri decisivi che vengono utilizzati per gestire, progettare e studiare i processi biologici di trattamento delle acque reflue in diverse condizioni.

Con questa tecnologia, Surcis ha sviluppato una serie di applicazioni di respirometria che coprono le principali aree dei processi di trattamento biologico delle acque reflue, sia in termini di sostanza organica che di rimozione biologica dell'azoto.

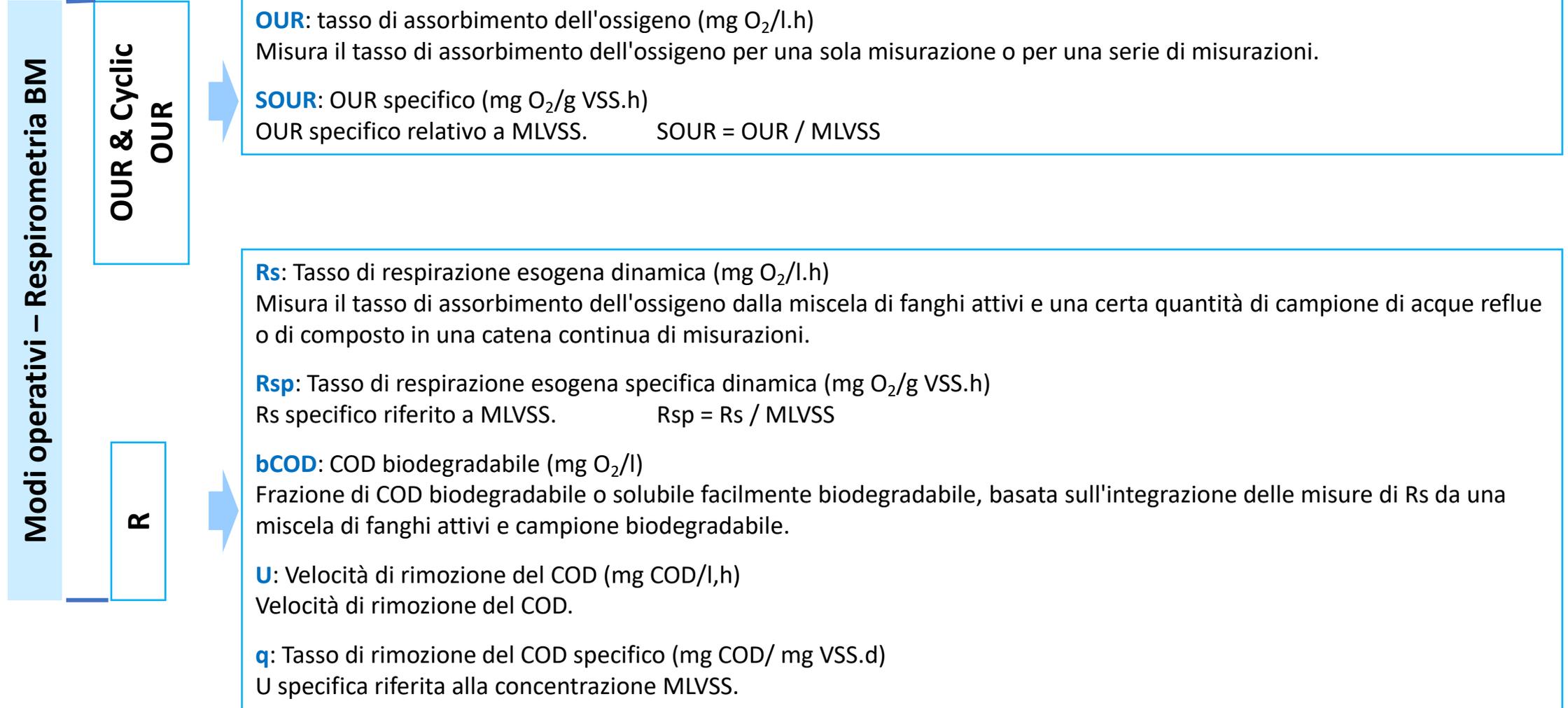
Sistema di Respirimetria BM

1. Controllo automatico del pH
2. Sensore di pH
3. Sensore di ossigeno disciolto
4. Motore di agitazione
5. Pompa peristaltica di omogeneizzazione
6. Reattore a doppia camera
7. Sistema di tempra automatico
8. LED per il controllo dei dispositivi
9. Regolatore di ossigeno e temperatura
10. Regolatore di pH
11. Software BM in PC



Sistema di respirometria multifunzione BM-Advance

Modi operativi e parametri automatici



Diverse modalità di presentazione dei risultati in qualsiasi momento in tutte i modi operativi

Tutti i risultati in un clic sul respirogramma, alla fine e/o durante il test

Chart Data Details

Test Name: Rs - rbCOD
Operator:
Date: 6/11/2020
Baseline: 6.48 ppm
Solids: 1 g/l
Vf: 1000 ml
Vm: 50 ml
s: 2
Y: 0.67
Estimation: 0 mg/l
Duration(hh:mm:ss): 00:00:55:29

Results
Select a data type from the list to view the results:

- DO (ppm)
- T. (°C)
- pH
- Rs (mg/l.h)
- Rsp (mg/g.h)
- CO (mg/l)
- bCOD (mg/l)**
- U (mgbCOD/l.h)
- q (mgbCOD/mgVSS.d)

First value: 0
Last value: 245.01
Minimum: 0
Maximum: 245.01
Average: 195.09

Remarks

Details

Ultimo, minimo, massimo e medio risultato

Time (Day:Hour:Minute:Second)	T. (°C)	pH	CO (mg/l)	bCOD (mg/l)	U (mgbCOD/l.h)
00:00:09:16	21,1	9,66	74,16	130,1	32,4
00:00:09:18	21,1	9,66	74,54	130,78	32,45
00:00:09:20	21,1	9,66	74,93	131,46	32,5
00:00:09:22	21,1	9,66	75,32	132,14	32,56
00:00:09:12	21,1	9,66	73,38	128,74	32,29
00:00:09:14	21,1	9,66	73,77	129,42	32,35

Data - Valori dei dati correnti in una tabella

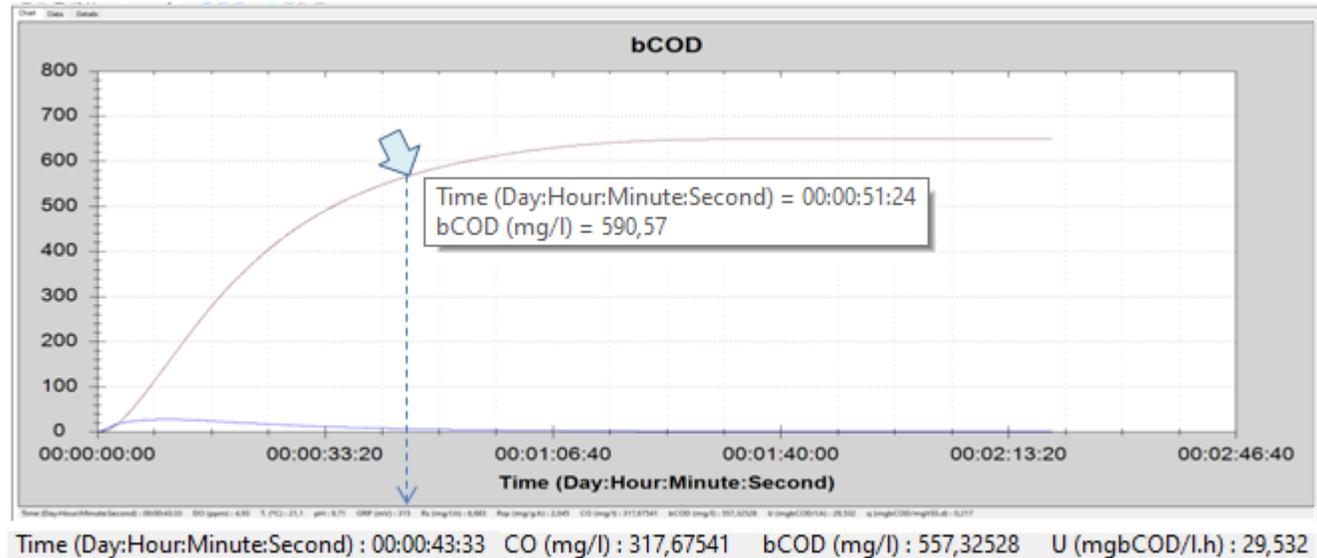


Chart – Respirogramma e visualizzazione delle misure correnti

Procedura per la valutazione del processo di denitrificazione anossica

SURCIS

Principi di base

1. Il tasso di eliminazione del COD biodegradabile da parte della biomassa eterotrofica facoltativa nella zona anossica di denitrificazione è proporzionale al tasso di denitrificazione (NUR)
2. Il tasso di eliminazione aerobica del COD biodegradabile netto da parte della biomassa eterotrofica è proporzionale al tasso di eliminazione dello stesso COD nella zona di denitrificazione da parte della biomassa eterotrofica facoltativa. Pertanto, il tasso (velocità) di rimozione dell'ossigeno dal COD nella zona aerobica è proporzionale al tasso di denitrificazione. (Henri Spanjers, Peter A. Vanrolleghem – 2004, GA Ekama – 2004, ...)
3. Dai punti 1 e 2 risulta che non è necessario ricorrere ad un mezzo anossico per ottenere il tasso di denitrificazione e la capacità di denitrificazione; e può essere effettuato per mezzo di test in condizioni aerobiche.
4. Sulla base del punto 3, Surcis presenta una procedura avanzata in base alla quale mediante Surcis BM Respirometry, operando in condizioni aerobiche, viene misurata automaticamente il tasso di eliminazione del COD (U) biodegradabile. Ciò apre la strada al calcolo del tasso di nitrificazione e della capacità di nitrificazione.

Parametri in gioco

Simbolo	Descrizione
bCOD	Saggio respirometrico BM del COD biodegradabile (mg/L) Oltre al COD, nello stesso test si ottengono, tra gli altri, i parametri CO, U.
bCOD_D	COD biodegradabile utilizzato nella denitrificazione (mg/L) = $CO_D / (1 - Y_{HD})$
S_{NO3}	Nitrato da denitrificare (mg N-NO ₃ /L)
CO_D	Domanda netta di ossigeno corrispondente al COD rimosso nella denitrificazione (mg/L)
Y_H	Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica in condizioni aerobiche (O ₂ /COD)
Y_{HD}	Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica facoltativa in denitrificazione (O ₂ /COD) $\approx 0.83 \cdot Y_H$
U_D	Tasso cumulativo di utilizzo del COD utilizzato nella denitrificazione (mg COD/L.h)
OUR_{bD}	Tasso di consumo netto di ossigeno del COD utilizzato nella denitrificazione (mg /L.h) = $U_D (1 - Y_{HD})$
NUR	Tasso di denitrificazione (mg N-NO ₃ /L.h) = $(OUR_D / 2,86) \cdot (K_{DO} / (DO_D + K_{DO}))$
K_{DO}	Coefficiente di inibizione da parte dell'ossigeno disciolto nella zona anossica = 0,2 (Henze, et al 1996)
DO_D	Ossigeno disciolto nella zona di denitrificazione anossica (mg/L)
TRH_D	Tempo di ritenzione idraulica nel processo di denitrificazione (h)
C_{NO3}	Capacità di denitrificazione (mg N-NO ₃ /L) = $NUR \cdot TRH_D$
rbCOD_D	COD facilmente / prontamente biodegradabile utilizzato nella denitrificazione (mg/L)
sbCOD_D	COD lentamente biodegradabile utilizzato nella denitrificazione (mg/L)

Punti da considerare nella relazione tra la domanda di ossigeno per lo smaltimento COD biodegradabile e denitrificazione

- La denitrificazione prende il COD biodegradabile totale (bCOD) come fonte di carbonio organico, dando priorità assoluta alla frazione di COD facilmente biodegradabile (rbCOD)
- Il rapporto tra la domanda netta di ossigeno da fonte organica (CO_D) e il nitrato rimosso (S_{NO_3}) è 2,86

$$CO_D / S_{NO_3} = 2.86$$

- Allo stesso modo, anche il rapporto tra il tasso di consumo netto di ossigeno nella rimozione del COD dalla zona anossica (OUR_{b_D}) e il tasso di nitrificazione (NUR) è di 2,86

$$OUR_{b_D} / NUR = 2.86$$

- Il tasso di utilizzo del COD nella zona aerobica (U) è equivalente a quello della zona anossica (U_D). Pertanto, i dati ottenuti da un test di respirometria aerobica possono essere utilizzati per la determinazione del tasso di denitrificazione (NUR) e della capacità di denitrificazione (C_{NO_3})
- Oltre alle condizioni di processo, il tasso di denitrificazione dipende in gran parte dal fatto che si utilizzi COD prontamente biodegradabile (rbCOD) o COD a biodegradazione lenta (sbCOD): più sbCOD si utilizza, più basso sarà il NUR.
- Con la respirometria midollometrica è possibile analizzare la quantità di rbCOD e/o sbCOD che vengono utilizzati nella denitrificazione e quindi giustificare il valore NUR ottenuto.

Perché il COD biodegradabile invece del COD o del BOD?

1. COD e BOD ignorano la materia carboniosa non biodegradabile

$$\text{COD non-biodegradabile: } \text{nbCOD} = \text{COD} - \text{bCOD}$$

2. COD e BOD ignorano la materia carboniosa facilmente biodegradabile

COS facilmente biodegradabile: $\text{rbCOD} = \text{Si ottiene direttamente da un test di Respirimetria BM}$

3. COD e BOD ignorano la materia carboniosa lentamente biodegradabile

$$\text{COD lentamente biodegradabile: } \text{sbCOD} = \text{bCOD} - \text{rbCOD}$$

4. Entrambe le frazioni (nbCOD, lbCOD, COD e rbCOD) svolgono un ruolo chiave nel processo di denitrificazione:

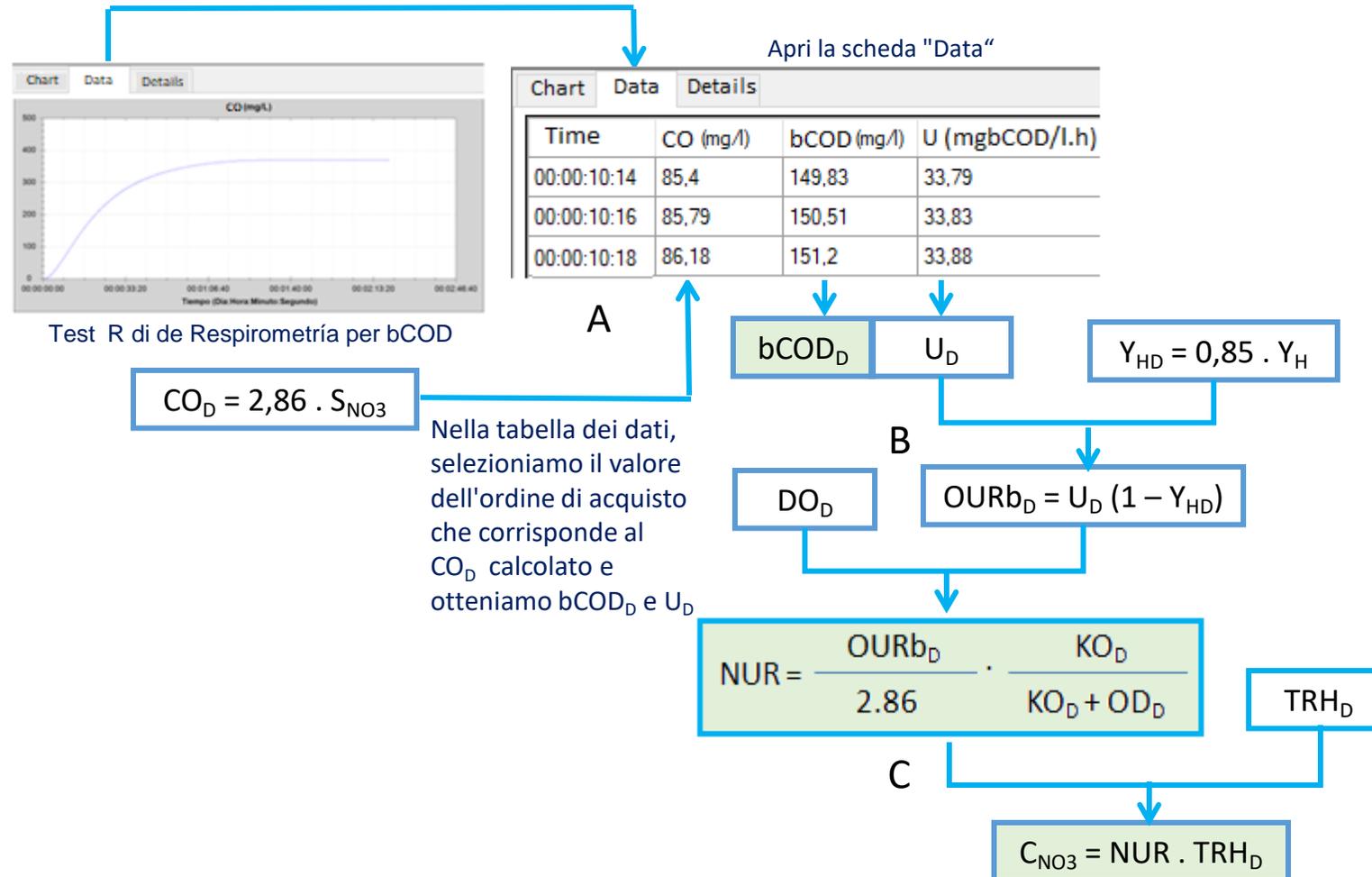
- La denitrificazione utilizza rbCOD come priorità e una bassa percentuale di questa frazione nel COD totale può portare a una bassa efficienza del processo.
- Il tasso di denitrificazione (NUR) dipende dal tasso di utilizzo del COD e questo tasso dipende, a sua volta, dalla percentuale di COD e COD nel COD totale.

Pertanto, è possibile che il COD/N rientri nell'intervallo e tuttavia l'efficienza richiesta non viene raggiunta perché il processo utilizza principalmente un COD lentamente biodegradabile che rallenta la velocità di rimozione dei nitrati.

Procedimento

SURCIS

Schema della procedura per la determinazione del COD utilizzato nel processo anossico (COD), del tasso di denitrificazione (NUR) e della capacità di denitrificazione (C_{NO_3})



Sviluppo della procedura in più fasi

Lo sviluppo della Procedura può essere suddiviso in tre fasi:

A. Calcolo dell'ossigeno necessario per la denitrificazione (CO_D) e calcolo automatico del COD biodegradabile ($bCOD_D$) e del tasso di eliminazione del bCOD (U_D) nel processo di denitrificazione da un test R di Respirimetria

$$CO_D = 2,86 \cdot S_{NO_3}$$

$bCOD_D$ (mg/L) : COD biodegradabile utilizzato nella denitrificazione

U_D (mg COD/L.h): Tasso cumulativo di utilizzo del COD utilizzato nella denitrificazione (mg COD/L.h)

B. Calcolo del tasso di consumo netto di bCOD utilizzato nella denitrificazione (OUR_{bD})

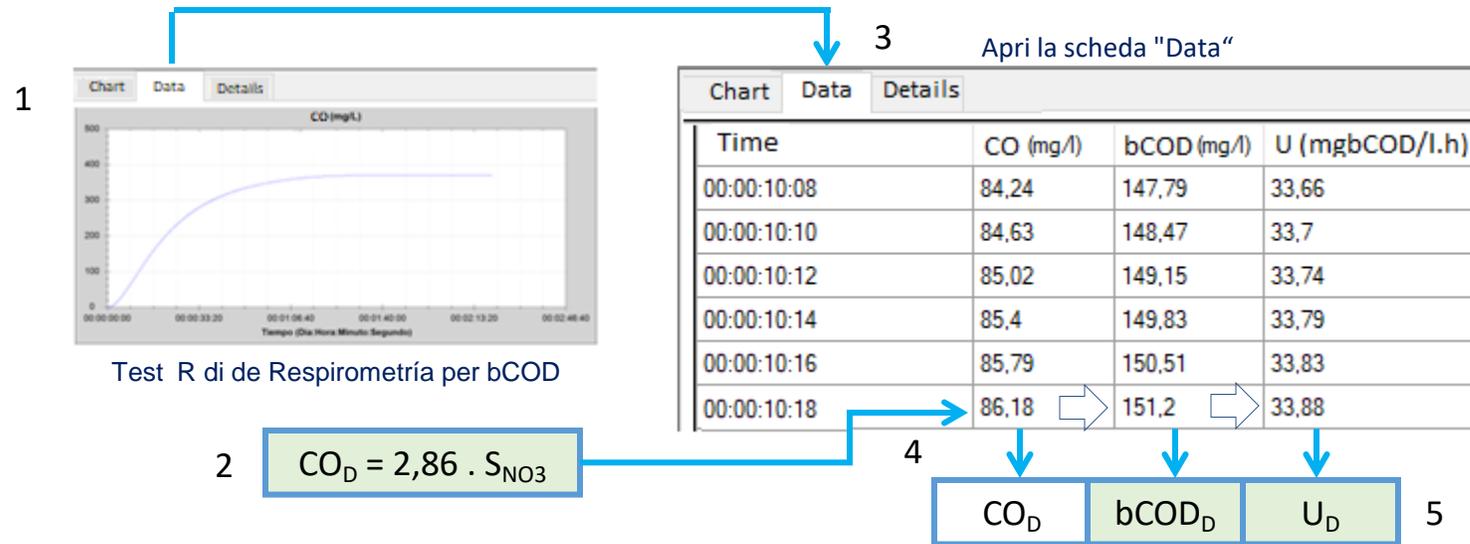
OUR_D (mg/L.h): Tasa de consumo de DQOb excluyendo la parte que corresponde a la producción de biomasa heterótrofa ($1 - Y_{HD}$)

A. Calcolo del tasso di denitrificazione (NUR), della capacità di denitrificazione (C_{NO_3})

NUR (mg N- NO_3 /L.h) : Tasso di rimozione dei nitrati

C_{NO_3} (mg N- NO_3 /L): Capacità di nitrati da denitrificare

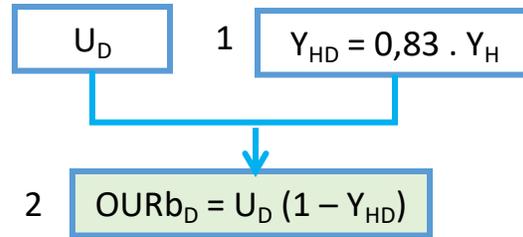
A. Calcolo dell'ossigeno necessario per la denitrificazione (CO_D) e calcolo automatico del COD biodegradabile ($bCOD$) e del tasso di eliminazione del COD biodegradabile (U_D) da un test R di respirometria



- Viene eseguito un test R per bCOD, CO.
- Si calcola l'ossigeno (CO_D) richiesto dal nitrato da denitrificare que necesita el nitrato a desnitrificar (S_{NO3}): CO_D (mg/L) = $2,86 \cdot S_{NO3}$
- Dalla scheda "Data" del software otteniamo la tabella dei dati.
- Nella tabella dei dati, selezionare il valore CO_D più vicino al valore calcolato in precedenza.
- Oltre al CO_D e per lo stesso intervallo di tempo, i valori $bCOD_D$ e U_D corrispondenti appariranno automaticamente nella tabella.

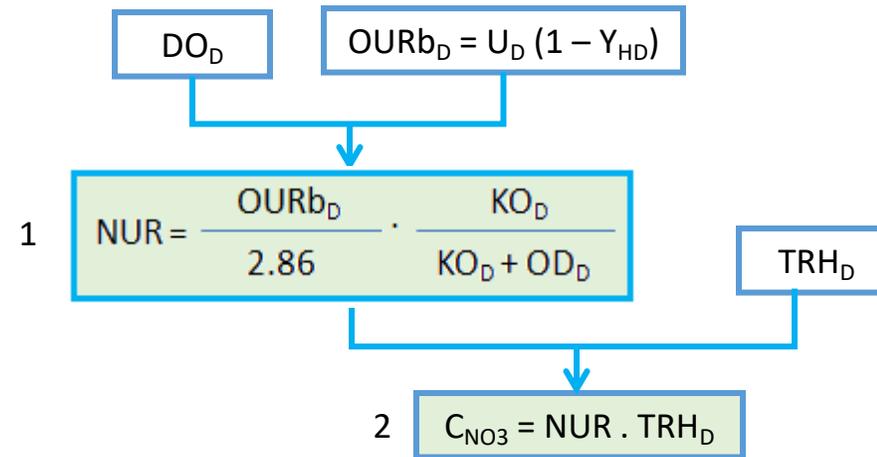
B. Calcolo del tasso di consumo netto di ossigeno da bCOD utilizzato nella denitrificazione (OUR_D)

OUR_D (mg O_2 /L.h) si riferisce al tasso di ossigeno netto utilizzato nella denitrificazione.



1. Calcoliamo il valore del coefficiente di produzione di biomassa Y_{HD} con la nota formula: $Y_{HD} = 0,85 \cdot Y_H$ (Müller et al., 2003)
Se non si dispone del valore Y_H a portata di mano, verrà utilizzato il valore predefinito: $Y_{HD} = 0,55$ (O_2 /DQO)
2. Il calcolo dell' OUR_{bD} si basa sul tasso di rimozione del COD (U_D) a cui viene applicato il fattore $(1 - Y_{HD})$ per dedurre la quota di bCOD destinata alla produzione di biomassa.

C. Calcolo del tasso di denitrificazione (NUR), capacità di denitrificazione (C_{NO_3})

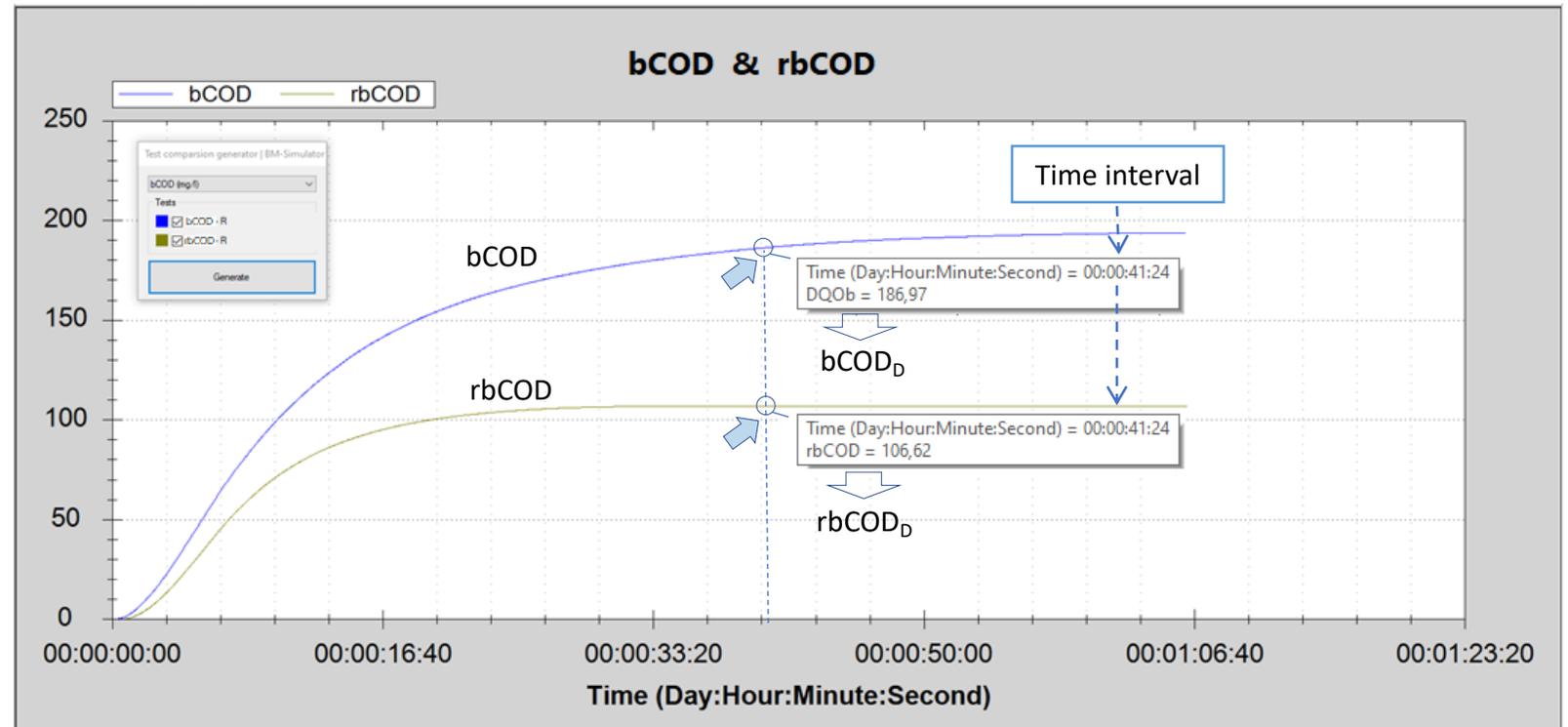


1. Basato sul principio che il rapporto tra ossigeno e nitrati consumati è 2,86. si ottiene la formula NUR. Questa formula è influenzata dal fattore di correzione dell'ossigeno disciolto della zona anossica (DO_D) e dal fattore di inibizione dell'ossigeno KO_D
 DO_D : ossigeno disciolto in zona anossica (mg/L)
 KO_D : Coefficiente di inibizione dell'ossigeno (mg/L) = 0,2 (Henze et al 1996)
2. La capacità di nitrificazione si riferisce al nitrato massimo che può essere rimosso dal processo nelle condizioni in cui è stata calcolata la NUR e per un determinato valore de TRH.
3. Inoltre, conoscendo la portata massima nella zona di denitrificazione (Q_D) possiamo calcolare il volume necessario che la zona di denitrificazione dovrebbe avere: $V_D = Q_D \cdot TRH_D$
 Q_D : Portata nella zona di denitrificazione anossica de denitrificazione (m^3/h)
 V_D : Volume di sicurezza richiesto dalla zona di denitrificazione (m^3)

Procedura per la determinazione del COD prontamente biodegradabile e del COD lentamente biodegradabile utilizzato nella denitrificazione

Per determinare la frazione COD_{ORbD} corrispondente alla denitrificazione, oltre al test bCOD, è necessario eseguire un altro test di respirometria aerobica R con un campione di acqua solubile prontamente biodegradabile in ingresso (rbCOD)

1. Apriamo i test bCOD e rbCOD, e utilizziamo l'opzione "Test Comparison Generator" per sovrapporre i due respirogrammi.
2. Nel grafico bCOD, con il puntatore del mouse, selezioniamo il punto corrispondente al valore DQOb_D.
3. Per lo stesso intervallo, nel grafico rbCOD, selezioniamo il punto corrispondente al bCOD_D e clicchiamo su di esso in modo da far apparire automaticamente il valore rbCOD_D.
4. Il COD lentamente biodegradabile nella denitrificazione (sbCOD_D) verrebbe calcolato semplicemente dalla differenza tra bCOD_D e rbCOD_D.



$$4 \quad sbCOD_D = bCOD_D - rbCOD_D$$

sbCOD_D: COD lentamente biodegradabile utilizzato nella denitrificazione
rbCOD_D: COD prontamente biodegradabile utilizzato nella denitrificazione

Possibili cause di bassa efficienza di denitrificazione

1. Il processo non soddisfa le condizioni minime richieste per la denitrificazione::

pH tra 6,5 e 8,5
Temperatura tra 15 e 35 °C
COD/NKT tra 2,5 e 5
Ossigeno disciolto < 0,3
Nessuna inibizione o tossicità presente
2. Basso carico di COD_b per il carico di nitrati da denitrificare. In questo modo si ottiene solo una nitrificazione parziale, poiché non c'è più materia organica.
3. Basso percentuale di rbCOD, che costringe il processo a utilizzare la maggior parte del sbCOD causando un basso valore di NUR, non sufficiente a soddisfare la capacità di denitrificazione richiesta dal processo.
4. Basso capacità di nitrificazione, dovuta a un TRHD troppo breve per ottenere le prestazioni desiderate.
5. Presenza di nitriti nella zona di denitrificazione anossica a causa di un possibile processo di nitrificazione precedente incompleto.

La Spirometria BM non è una tecnologia limitata



C'È SEMPRE LA POSSIBILITÀ DI SVILUPPARE NUOVE APPLICAZIONI!

SURCIS

SURCIS.L

Encarnació, 123
08024 Barcelona
Spain
T. +34 93 219 45 95
W. www.surcis.com

Emilio Serrano

Founding Partner – Spirometry Specialist

P. +34 652 803 255

E. eserrano@surcis.com