Problema No. 2 (15 puntos)

Se va a realizar un estudio sobre concentración de materia orgánica en las aguas de una corriente superficial medianamente contaminada con aguas residuales domésticas. Si se espera que la DBO_5 está en 50 mg/L, determine el volumen mínimo y máximo de muestra de agua residual que habría que utilizar en la prueba para que la misma sea válida.

Se considera que la prueba es válida si la concentración de oxígeno disuelto al culminar la prueba es al menos de 2.00 mg/L y el consumo mínimo de oxígeno en la botella es de al menos 3.00 mg/L. La concentración inicial en el agua de dilución para la prueba es de 8.00 mg/L, y la concentración de oxígeno disuelto en el agua residual es 4 mg/L.

VOLUMEN MÍNIMO.

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{P} = \frac{D_1 - D_2}{V_M/300}$$

$$50 = \frac{3}{V_M/300}$$

$$V_M = 18\ mL$$

VOLUMEN MÁXIMO

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{V_M/300}$$

$$50 = \left\{ \left[\frac{(V_M \times 4) + (300 - V_M)8}{300\ mL} \right] - 2 \right\} / V_M/300$$

$$\frac{50 V_M}{300} = \frac{4V_M + 2400 - 8V_M}{300} - 2$$

$$5 V_M = 4V_M + 2400 - 8V_M - 600$$

$$V_M = 33.33\ mL.$$

Problema No. 3 (20 puntos)

Los siguientes resultados de DBO fueron obtenidos de una muestra de agua residual cruda a una temperatura de 20 ºC.

Tiempo, días	0	1	2	3	4	5	6
DBO consumido, mg/L	0	155	275	369	443	500	544

a) Calcule el DBO total o último y la constante de reacción para 20 ºC. (15 puntos)
b) Calcule el DBO que se consumiría a los 10 días con una temperatura de 25 ºC. (5 puntos)

a)

X_t	155	275	369	443	500
X_{t+1}	275	369	443	500	544

$Y = 0.78x + 154.4$ $\qquad L_0 \approx 702$

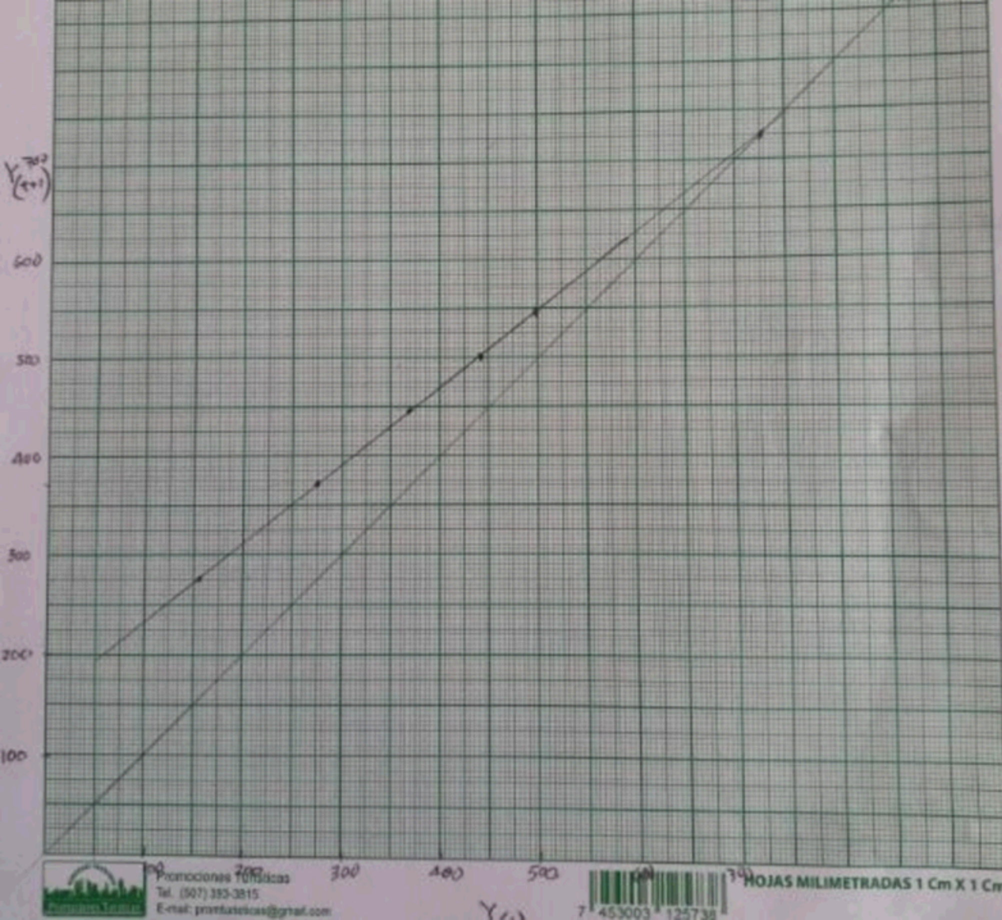
$Y = X$

$Y = L_0 (1 - e^{-kt})$ $\qquad Y = 369 \text{ mg/l} \qquad t = 3d$

$369 = 702 (1 - e^{-k \cdot 3})$ $\qquad k = 0.25 \, d^{-1}$

b) $K_T = 0.25 (1.056)^{25-20}$ $\qquad Y = 702 (1 - e^{-0.33(10)})$

$K_T = 0.33 \, d^{-1}$ $\qquad Y = 676 \text{ mg/l}.$



Y(t+1)
700
600
500
400
300
200
100
100
200
300
400
500
600
700
Y(t)

Problema No. 4 (25 puntos)

La Población de Ocú posee un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de lodos activados, el cual es operado por el Municipio. La planta fue dimensionada para las siguientes condiciones, cuando la descarga permitida era de 35 mg/L.

- Población de diseño: 5000 habitantes
- Aporte de aguas residuales: 200 L/hab-día
- Nivel de DBO soluble en las aguas crudas que llegan a la planta: 250 mg/L
- Nivel de DBO soluble a la salida del tanque de aireación: 35 mg/L
- Concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación: 2000 mg/L

El estudio de las aguas residuales arrojó la siguiente ecuación para el modelo de Eckenfelder:

$$So(So - Se)/Xvt = 7.4Se - 23.4$$

Se recopiló la siguiente información suplementaria:

$a = 0.55$ $a' = 0.50$ $b = 0.12\ d^{-1}$ $b' = 0.20\ d^{-1}$ $x = 0.55$

El nuevo alcalde de Ocú desea conocer las necesidades de inversión en tratamiento de aguas residuales para la Cabecera del Distrito, por lo que le solicita a usted, Ingeniero Municipal, determinar lo siguiente:

a) Cantidad máxima de habitantes que puede atender la planta existente, si la misma puede aumentar su nivel de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación hasta 3,000 mg/L y la nueva concentración de descarga permitida es de 50 mg/L de (15 puntos)
b) Volumen de sólidos generados por día cuando se atienda el máximo de población, si la concentración de los sólidos suspendidos en el fondo del sedimentador secundario es de 15,000 mg/L. (5 puntos)

PLANTA ORIGINAL

$$\frac{S_0(S_0-S_e)}{X_v t} = 7.4 S_e - 23.4 \qquad \frac{250(250-35)}{2000\, t} = 7.4(35) - 23.4$$

$t = 0.114$ días $\qquad Q = 5000(200) = 1\times10^6\ L = 1{,}000\ m^3/d$

$V = Qt = 0.114\,d\,(1000) = 114\ m^3$

NUEVA CONDICIÓN

$$\frac{S_0(S_0-S_e)}{X_v t} = 7.4 S_e - 23.4 \qquad \frac{250(250-50)}{3000\, t} = 7.4(50) - 23.4$$

$t = 0.048\ d \qquad Q = \frac{V}{t} = \frac{114\ m^3}{0.048\ d} = 2375\ m^3/d$

Población Nueva : $\frac{2375\ m^3/d}{0.2\ m^3/hab\text{-}d} = 11875$ hab.

$$\frac{\Delta X_v}{V} = \frac{a(S_0-S_e)}{t} - b\,X_v = \frac{0.55(250-50)}{0.048} - 0.12(0.55)(3000)$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = 2291.7 - 198 = 2093.7\ mg/d\text{-}L$$

$$\Delta X_v = 2093.7\ mg/dL\,(114\times10^3\ L)/1\times10^6$$

$$\Delta X_v = 238.68\ kg/d$$

$$Vol = \frac{238{,}134{,}860\ mg/d}{15{,}000\ mg/L} = 15875\ L/d$$

$$= 15.88\ m^3/d$$

Problema No. 5 (20 puntos)

Existe una planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales que tiene una capacidad hidráulica para tratar hasta 200 m^3/d de agua residual y una capacidad para manejar una carga orgánica máxima de 250 kg de DBO_5/d.

El propietario de la instalación desea utilizarla para el tratamiento de las aguas residuales de un criadero de cerdos y de una lechería. Dentro de los planes del empresario está que por cada vaca existan cinco cerdos.

Si cada cerdo aporta 50 litros de agua residual con una DBO_5 de 1500 mg/L y cada vaca aporta 100 litros de agua residual con una DBO_5 de 900 mg/L, determine la población máxima de cerdos y vacas que pueden mantenerse en el establecimiento agroindustrial.

VACAS (V)

$q = 100\ L/\text{res-d}$

$DBO = 900\ mg/L$

$CARGA = 90\ g/\text{res-d.}$

CERDOS (C)

$q = 50\ L/\text{cerdo-d}$

$DBO = 1500\ mg/L$

$CARGA = 75\ g/\text{cerdo-d.}$

VOLUMEN

$V(0.10) + C(0.05) = 200\ m^3/d$

$V(0.10) + 5V(0.05) = 200\ m^3/d$

$V = 571 \quad C = 2857$

CARGA

$V(90) + C(75) = 250{,}000\ g/d$

$V(90 + 5V(75) = 259000\ g/d$

$V = 537 \quad C = 2688$ ✓✓