AUXILIAR CI41B PRIMAVERA 2009

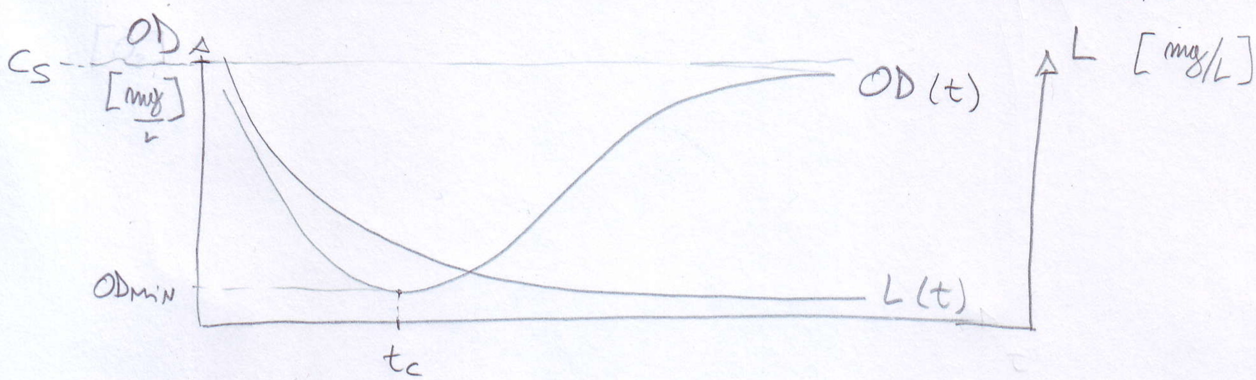
## MODELO DE STREETER Y PHELPS

$$D(t) = \frac{K_d \cdot L_0}{K_r - K_d} \cdot \left(e^{-K_d \cdot \tau} - e^{-K_r \cdot \tau}\right) + D_0 \cdot e^{-K_r \tau}$$

$$L(t) = L_0 \cdot e^{-K_d \tau}$$

$$D(t) = C_s - OD(t)$$

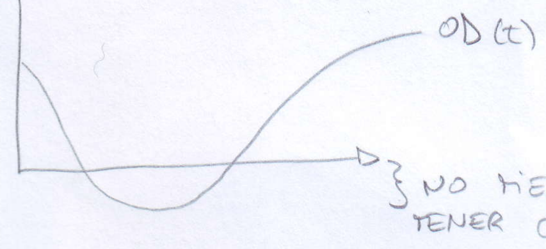
El GRÁFICO MÁS TÍPICO SE VE DE ESTA MANERA:




- RECUERDEN COMPRENDER BIEN LA DERIVACIÓN DE LA ECUACIÓN
  → HACER COMO EJERCICIO, SUPONER FLUJO PISTÓN Y HACER UN BALANCE DE MASA DEL OXÍGENO DISUELTO Y LA MATERIA ORGÁNICA.
- EN CLASES SE VIERON SITUACIONES ESPECIALES, PARA TRABAJAR CON ELLOS HAY QUE ENTENDER BIEN TODA LA CINÉTICA DE LAS REACCIONES.

  → INCORPORACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA A LOS SEDIMENTOS. ESTO IMPLICA QUE EL TÉRMINO DE DECAIMIENTO DE LA MAT. ORGÁNICA ES LA SUMA DE LA TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO Y LA SEDIMENTACIÓN.

  → CONDICIONES ANÓXICAS. PODRÍA TENERSE EL CASO DE:




} NO TIENE SENTIDO TENER $OD(t) < 0$

EN ESTE CASO SE IMPONE QUE $OD(t) = 0$ HASTA QUE

$$\frac{\partial OD}{\partial \tau} = \underbrace{-K_d \cdot L + K_r C_s - K_r OD}_{>0}$$

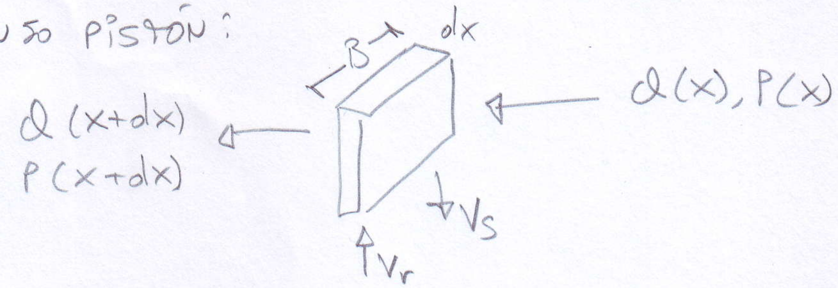
$$\Leftrightarrow \boxed{K_r C_s > K_d L}$$

- HASTA ESE PUNTO ASUMIR QUE $K_d \cdot L = K_r C_s$

$\boxed{\text{PREGUNTA: ¿QUÉ SUCEDE CON } \frac{\partial L}{\partial \tau}\text{?}}$

P1

a) FLUJO PISTÓN:




BV| $Q(x+dx) = Q(x) = Q$

BM| $Q \cdot P(x) + V_r \cdot B \cdot dx = Q \cdot P(x+dx) + V_s \cdot B \cdot dx \cdot P(x+\frac{dx}{2})$

$$\Rightarrow \frac{P(x+dx)-P(x)}{dx} = \frac{1}{Q} \cdot \left[V_r \cdot B - V_s \cdot B \cdot P(x+\frac{dx}{2})\right] \Big/ \lim dx \to 0$$

$$\frac{dP}{dx} = \frac{V_r B}{Q} - \frac{V_s \cdot B}{Q} \cdot P(x)$$

HOMOGÉNEA| $P(x) = CTE \cdot e^{-\frac{V_s B}{Q} \cdot x}$

PARTICULAR| $P(x) = \frac{\cancel{Q}}{V_s \cdot \cancel{B}} \cdot \frac{V_r \cdot \cancel{B}}{\cancel{Q}} = \frac{V_r}{V_s}$

$$\Rightarrow P(x) = CTE \cdot e^{-\frac{V_s B}{Q} \cdot x} + \frac{V_r}{V_s}.$$

$$P(x=0) = P_0 = CTE + \frac{V_r}{V_s} \Rightarrow CTE = P_0 - \frac{V_r}{V_s}$$

$$\Rightarrow \boxed{P(x) = \left(P_0 - \frac{V_r}{V_s}\right) \cdot e^{-\frac{V_s B}{Q} x} + \frac{V_r}{V_s}} \quad (*)$$

MEZCLA COMPLETA EN LA DESCARGA AL RÍO|

$$Q_{RÍO} \cdot P_{RÍO} + Q_{DESC} \cdot P_{DESC} = Q_0 \cdot P_0$$

$$\Rightarrow Q = Q_{RÍO} + Q_{DESC}$$

= MÁX. PERMITIDO EN RÍOS. = 10 mg/L

$$\Rightarrow P_0 = \frac{Q_{RÍO} \cdot P_{RÍO} + Q_{DESC} \cdot P_{DESC}}{Q_{RÍO} + Q_{DESC}} = 2{,}26 \text{ mg/L}$$

IMPONEMOS: $P(X_{MÍN}) = 2$ mg/L : MÁX. PERMITIDO EN LAGOS

$$\underset{(*)}{\Rightarrow} \quad X_{MÍN} = -\frac{Q}{V_s \cdot B} \cdot \ln\left(\frac{P(X_{MÍN}) - V_r/V_s}{P_0 - V_r/V_s}\right) = 14{,}8 \text{ Km}$$

• PARA UN CONTAMINANTE NO CONSERVATIVO, NO ASOCIADO A LOS SEDIMENTOS SE TIENE: $\frac{dC}{dx} = 0$ ⇒ NO HAY VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN A LO LARGO DEL EJE DEL RÍO, POR LO TANTO NO EXISTE LA DISTANCIA TAL QUE ASEGURA QUE SE CUMPLA LA NORMA DEL LAGO. DEBE DESCARGARSE AL RÍO CUMPLIENDO LA NORMA DE LAGO DESDE UN PRINCIPIO.

b) $L(t) = L_0 \cdot e^{-K_d \cdot t}$ (1)

$$D(t) = \frac{K_d}{K_r - K_d} \cdot L_0 \cdot \left(e^{-K_d \cdot t} - e^{-K_r t}\right) + D_0 \cdot e^{-K_r t} \quad (2)$$

MEZCLA COMPLETA EN LA DESCARGA AL RÍO

$$L_0 = \frac{L_{RÍO} \cdot Q_{RÍO} + L_{DESC} \cdot Q_{DESC}}{Q_{RÍO} + Q_{DESC}} = 12{,}74 \text{ mg/L}$$

$$OD_0 = \frac{OD_{RÍO} \cdot Q_{RÍO} + OD_{DESC} \cdot Q_{DESC}}{Q_{RÍO} + Q_{DESC}} = 6{,}48 \text{ mg/L}$$

SE PRUEBAN AMBAS CONDICIONES (PARA MAT. ORGÁNICA Y OXÍGENO DISUELTO) Y SE ESCOGE LA MÁS RESTRICTIVA, LA CUAL GARANTIZA QUE SE CUMPLAN AMBAS.

RESTRICCIÓN (1): $t_{MAX} = \frac{X_{MÍN}}{V_{RÍO}} = -\frac{1}{K_d} \cdot \ln\left(\frac{L(t_{MÍN})}{L_0}\right)$

$\Rightarrow X_{MÍN} = 16{,}7 \text{ Km}$

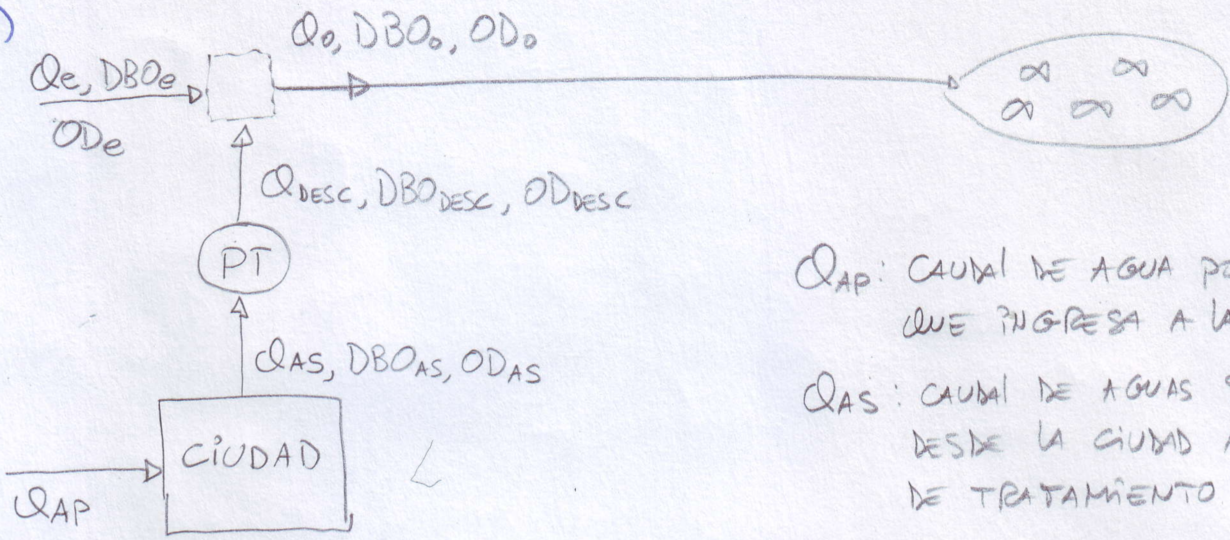
RESTRICCIÓN (2): $D(X_{MÍN}) = \underset{\substack{\| \\ 9}}{C_S} - \underset{\substack{\| \\ 7}}{OD(X_{MÍN})} = 2 \frac{mg}{L}$

$\Rightarrow \boxed{X_{MÍN} = 38{,}3 \text{ Km}}$ ⇒ RESTRICCIÓN MÁS EXIGENTE. GARANTIZA NIVELES ACEPTABLES DE L Y OD EN LA DESCARGA DEL RÍO AL LAGO.

c) SE ESCOGE LA DISTANCIA MÁS RESTRICTIVA DE TODAS. $\underline{X_{MÍN} = 38{,}3 \text{ Km}}$

[redacted]

[redacted] a)




$Q_{AP}$: CAUDAL DE AGUA POTABLE QUE INGRESA A LA CIUDAD

$Q_{AS}$: CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS DESDE LA CIUDAD A LA PLANTA DE TRATAMIENTO

$Q_{DESC}$: CAUDAL DE AGUA SERVIDA TRATADA EN LA PLANTA Y DESCARGADA AL ESTERO

$Q_e$: CAUDAL DEL ESTERO ANTES DE LA DESCARGA

$Q_0$: CAUDAL DEL ESTERO DESPUÉS DE LA DESCARGA

$$\Rightarrow Q_{AP} = \text{POBLACIÓN} \cdot \text{DOTACIÓN} = 150.000 \text{ HAB} \cdot 200 \frac{L}{\text{HAB DÍA}} = 30.000 \frac{m^3}{\text{DÍA}}$$

$$Q_{AS} = r \cdot Q_{AP} = 24600 \frac{m^3}{\text{DÍA}}$$

$$DBO_{AS} = \frac{\text{POBLACIÓN} \cdot \text{CARGA DE DBO}}{Q_{AS}} = 274,4 \frac{mg}{L}$$

b) SE IMPONE QUE AL FINAL DEL TRAMO DEBEN CUMPLIRSE LAS SGTES. CONDICIONES:

$$DBO(X = 50 \text{ Km}) \leq 20 \frac{mg}{L}$$

$$OD(X = 50 \text{ Km}) \geq 4,5 \frac{mg}{L} \Leftrightarrow D(\;= 50 \text{ Km}) \leq 4,5 \frac{mg}{L}$$

$\Rightarrow$ IMPONER UNA CONDICIÓN Y VER SI SE CUMPLE LA OTRA

$$OD(X = 50 \text{ Km}) = 4,5 \frac{mg}{L} \Leftrightarrow D(X = 50 \text{ Km}) = 4,5 \frac{mg}{L}$$

TOMANDO LA ECC. DE S-P:

$$D(X = 50\,Km) = 4{,}5 = \frac{K_d \cdot L_0}{K_r - K_d}\left(e^{-K_d \cdot t} - e^{-K_r \cdot t}\right) + D_0 \cdot e^{-K_r t} \quad (1)$$

DONDE $L_0$ Y $D_0$ SON LA DBO Y EL DÉFICIT DE OD AL INICIO DEL TRAMO

$$OD_0 = \frac{Q_{DESC} \cdot \cancel{OD_{DESC}} + Q_e \cdot OD_e}{Q_{DESC} + Q_e} = 5{,}7\ \frac{mg}{L}$$

$\cancel{OD_{DESC}} = 0$

$\Rightarrow \quad D_0 = 3{,}3\ \frac{mg}{L}$

$$(2)\quad L_0 = \frac{Q_{DESC} \cdot (1-\eta) \cdot L_{AS} + Q_e \cdot L_e}{Q_{DESC} + Q_e}$$

SE CONOCE TODO EXCEPTO $\eta$ QUE ES LO QUE ME PIDEN.

$\Rightarrow$ CONSIDERANDO $t = X/V$ SE RESUELVE (1) Y (2).

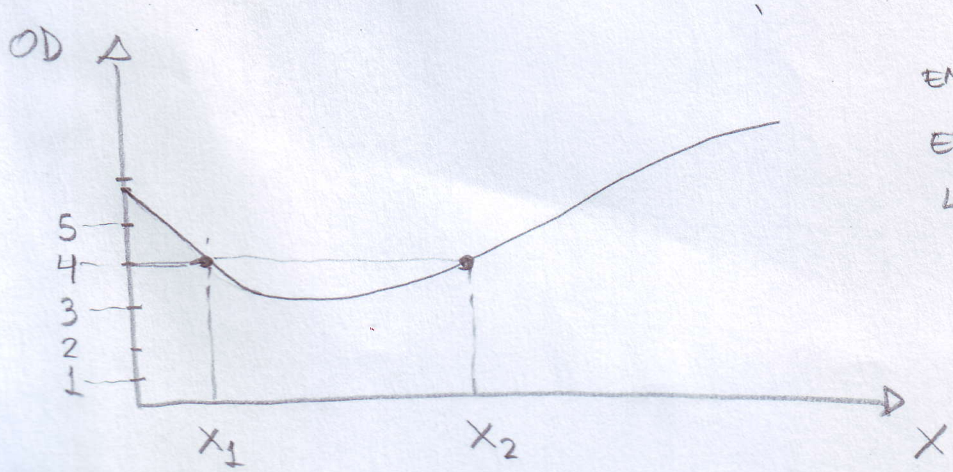
$\Rightarrow \quad L_0 = 14{,}2\ \frac{mg}{L} \quad$ Y $\quad \eta = 71{,}3\ \%$

NOTAR QUE PARA ESTE $L_0$, $L(X = 50\,Km) = L_0 \cdot e^{-K_d \cdot \frac{X_F}{V}}$

$= 2{,}5\ \frac{mg}{L}$

$\Rightarrow$ SE CUMPLEN LAS 2 CONDICIONES ✓

c) LA CURVA DE OD SE VE COMO:




ENTRE $X_1$ Y $X_2$ EL OD ESTÁ POR DEBAJO DE 4 mg/L.

$\Rightarrow$ SÓLO HAY QUE RESOLVER: $OD = 4\ mg/L \Leftrightarrow D = 5\ mg/L$

$$\Rightarrow\ 5 = \frac{K_d \cdot L_0}{K_r - K_d} \left(e^{-K_d t} - e^{-K_r t}\right) + D_0 \cdot e^{-K_r t}$$

$$\Rightarrow\ X_1 = 12.430\ m$$

$$X_2 = 39.750\ m$$

d) El MÍNIMO DE OD EQUIVALE A UN MÁXIMO DEL DÉFICIT. EN ESE PUNTO SE CUMPLE QUE:

$$\frac{\partial D(X_{MIN})}{\partial t} = -K_d \cdot L_0\, e^{-K_d \cdot t_c} + K_r \cdot D(X_{MIN}) = 0$$

$$\Rightarrow\ L_0 = \frac{K_r \cdot D(X_{MIN})}{K_d \cdot e^{-K_d \cdot t_c}} \quad (1) \qquad \text{CON} \quad D(X_{MIN}) = 5{,}0\ \frac{mg}{L}$$

$$\text{Y} \quad t_c = \frac{1}{K_r - K_d} \ln\left(\frac{K_r}{K_d}\left(1 - D_0 \frac{(K_r - K_d)}{K_d \cdot L_0}\right)\right) \quad (2)$$

$\Rightarrow$ JUNTANDO (1) Y (2) SE LLEGA A:

$$L_0 = 12{,}8\ \frac{mg}{L} \Rightarrow \eta = 75{,}4\ \%$$

$$\text{CON} \quad X_{MIN} \approx 24.000\ m$$