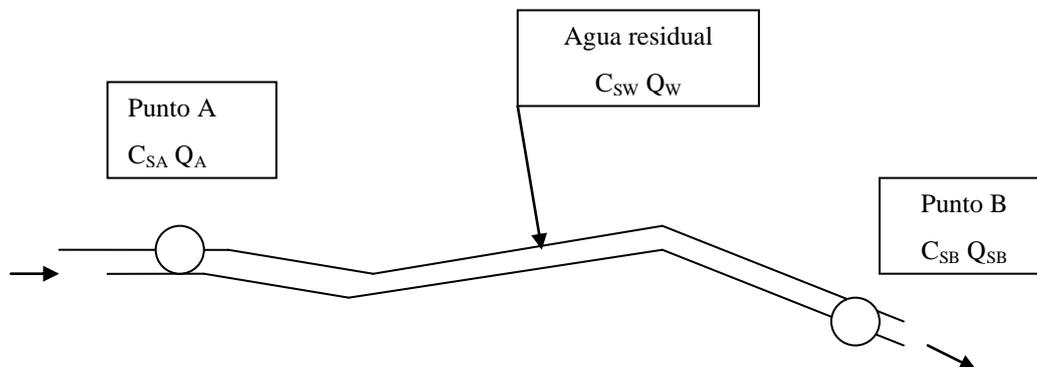


Ejercicios del Capítulo 3: Contaminación de agua

1. Un flujo de agua residual entra a un río de la manera que aparece en el gráfico. La concentración de sodio $C_{S,A}$ en el cuerpo hídrico en el punto A, es de 9 mg/l, y el caudal $Q_A = 25 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua en el río. La concentración del sodio $C_{S,W}$ en el agua residual es de 300 mg/l, y el caudal $Q_W = 10 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Determine la concentración del sodio en el punto B, asumiendo que ocurre una mezcla completa.
 - Si el Límite máximo permisible para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección, es de 200 mg/l, indique si en el punto B se cumple o no con esta reglamentación (TULAS, 2002), y
 - ¿Qué pasará si en época de estiaje disminuye el caudal del río al 10%?



Solución:

Parte a):

$$C_{SB} \times Q_{SB} = C_{S,A} \times Q_A + C_{S,W} \times Q_W \quad \dots\dots (1)$$

Cálculo del Caudal en Punto B:

$$C_{SB} = Q_A + Q_W = (25 + 10) \text{ m}^3/\text{s} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$$

Reemplazando en ecuación (1):

$$C_{SB} \times 35 \text{ m}^3/\text{s} = 9 \text{ mg/l} \times 25 \text{ m}^3/\text{s} + (300 \text{ mg/l} \times 10 \text{ m}^3/\text{s})$$

Despejando la concentración de sodio C_{SB} :

$$C_{SB} = [(9 \text{ mg/l} \times 25 \text{ m}^3/\text{s}) + (300 \text{ mg/l} \times 10 \text{ m}^3/\text{s})] / 35 \text{ m}^3/\text{s} = 92.14 \text{ mg/l}$$

Cálculo de concentración de sodio en el punto B:

$$C_{SB} = 92.14 \text{ mg/l, Respuesta de parte a)}$$

Respuesta de Parte b): Considerando que $C_{SB} = 92.14 \text{ mg/l} < 200 \text{ mg/l}$, se cumple

Parte c), en época de estiaje con Q_A al 10%:

$$C_{SB} \times Q_{SB} = C_{S,A} \times 10 \% Q_A + C_{S,W} \times Q_W \quad \dots\dots (2)$$

Cálculo del Caudal en Punto B en época seca (falta de lluvias):

$$C_{SB} = Q_A + Q_W = (2,5 + 10) \text{ m/s} = 12,5 \text{ m/s}$$

Reemplazando en ecuación (2):

$$C_{SB} \times 28 \text{ m/s} = 9 \text{ mg/l} \times 2,5 \text{ m/s} + (300 \text{ mg/l} \times 10 \text{ m/s})$$

Despejando la concentración de sodio C_{SB} :

$$C_{SB} = [(9 \text{ mg/l} \times 2,5 \text{ m/s}) + (300 \text{ mg/l} \times 10 \text{ m/s})] / 12,5 \text{ m/s} = 241,80 \text{ mg/l}$$

Respuesta de Parte c): $241,80 \text{ mg/l} > 200 \text{ mg/l}$, no cumple.

2. Ejercicio sobre balance de masas

1. Asuma que usted esta llenando su bañera pero olvido tapar el drenaje. Si el volumen de llenado de la bañera es de $0,35 \text{ m}^3$ y el agua esta ingresando a $1,32$ litros/ minuto, y al mismo tiempo se está drenando a $0,32$ litros/minuto.

a) ¿En cuanto tiempo se llenará la bañera?

b) ¿Cuanta agua será desperdiciada? Asuma la densidad del agua 1000 kg/m^3 .

DATOS:

$Q_{\text{entrada}} = 1,32$ litros/minuto

$Q_{\text{salida}} = 0,32$ litros/minuto

Vol. Bañera = $0,35$ m^3

a) ¿En cuanto tiempo t se llenará la bañera?

FORMULAS:

$$Q_t = Q_{\text{entrada}} - Q_{\text{salida}} = 1,32 - 0,32 = 1,0 \text{ litro/minuto}$$

$$Q_t = \text{vol.} / t \quad \text{donde: vol.} = \text{volumen, } t = \text{tiempo, } 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

$$t = \text{vol.} / Q_t = (0,35 \text{ m}^3) / (1,0 \text{ litro/minuto}) = (0,35 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ litros/m}^3) / (1,0 \text{ litro/minuto})$$

$$\text{Tiempo, } t = 350 \text{ minutos} = (350 \text{ minutos} / 60 \text{ min / hora}) = 5,83 \text{ horas}$$

b) Volumen de agua desperdiciada

$Q_{\text{salida}} = 0,32$ litros/minuto

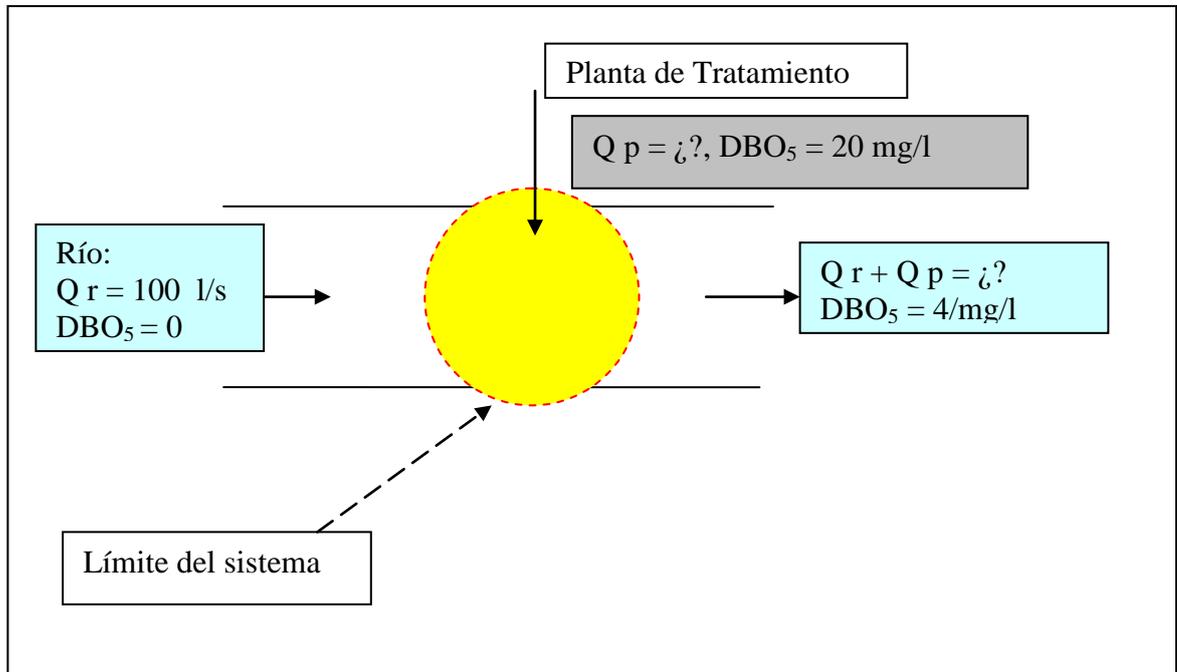
$t = 350$ minutos

$$\text{Volumen, vol.} = Q_{\text{salida}} \times t = 0,32 \times 350 = \mathbf{112 \text{ litros (Volumen Desperdiciado)}}$$

3. El flujo medio diario de un pequeño río durante el mes más seco es de 100 l/s (litros /segundo). Si una planta de tratamiento de aguas residuales pudiera producir un efluente con una DBO_5 de 20 mg/l , o menor, ¿a qué población podría dar servicio si la DBO_5 en el río después de la dilución, no debe ser mayor que 4 mg/l ? Suponga que no hay contaminación río arriba y que el abastecimiento de agua municipal no proviene del río.

Solución:

Suponiendo una mezcla completa, y eligiendo 1 segundo como intervalo de tiempo conveniente, escriba un balance de materia sobre la DBO₅



$$DBO_{\text{aguas arriba}} + DBO_{\text{residuos}} = DBO_{\text{aguas abajo}}$$

$$Q_{\text{río}} \times 0 + Q_{\text{planta}} \times 20 \text{ mg/l} = (Q_{\text{río}} + Q_{\text{planta}}) \times 4 \text{ mg/l}$$

$$Q_{\text{planta}} = 4 Q_{\text{río}} / 16 = (4 \times 100 \text{ litros/s}) / 16 = 25 \text{ litros/s}$$

Considere una tasa de 200 litros/persona/d:

$$\text{Población a } 200 \text{ l/p/d} = (25 \text{ l/s} \times 60 \text{ s/min} \times 60 \text{ min/h} \times 24 \text{ h/d}) / 200 \text{ l/p/d}$$

Respuesta: 10.800 personas