

CI 41B INGENIERIA AMBIENTAL - SEMESTRE PRIMAVERA 2004

EJERCICIO #5

Octubre 05 de 2004

Este ejercicio corresponde al **Control #2** del semestre primavera 2003.

Fecha de Entrega: Martes 05 de Octubre, 16:00 hrs. en la sala del Control. No se aceptan atrasos.

Pregunta #1

Se desea diseñar un sistema de tratamiento para una localidad ubicada en la zona central de Chile, la que actualmente descarga sus aguas servidas directamente a un cauce superficial.

En la condición hidrológica más desfavorable (menor caudal de dilución) el río tiene un caudal de 3 m³/s y una concentración de materia orgánica (DBO) equivalente a 10 mg/L. Para efectos de nuestro análisis consideremos que la ciudad produce un caudal de aguas servidas de 100 l/s (aproximadamente 40,000 habitantes) con una concentración de materia orgánica equivalente a 200 mg/L.

Según estudios previos el consumo de materia orgánica en aguas servidas domésticas puede ser representado generalmente según una ley de orden cero o uno. Expresiones generales para este tipo de reacciones se presenta en la Tabla 1. Un estudio para evaluar el decaimiento de la materia orgánica en un reactor cerrado (batch) fue llevado a cabo. Sus resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1
Expresiones para Reactores de Mezcla Completa y Flujo Pistón

Orden	Tasa de Reacción	Mezcla Completa	Flujo Pistón
0	$\frac{dC}{dt} = -k_0$	$C_0 - C = k_0 \cdot \theta_H$	$C_0 - C = k_0 \cdot \theta_H$
1	$\frac{dC}{dt} = -k_1 \cdot C$	$\frac{C_0}{C} - 1 = k_1 \cdot \theta_H$	$\ln\left(\frac{C_0}{C}\right) = k_1 \cdot \theta_H$

Tabla 2
Resultados Experiencia Reactor Cerrado

Tiempo (horas)	Concentración (mg/L)
0.0	200
0.5	170
1.0	145
1.5	123
2.0	104

Por un tema administrativo la planta de tratamiento debe ser construida en base a módulos prefabricados que se colocan en serie. Cada módulo es de forma cúbica y tiene un volumen de 125 m^3 .

La norma de descarga a cursos de agua (D90/2000) establece una concentración máxima en el efluente de 30 mg/L en términos de DBO. A su vez, la calidad objetivo en el curso de agua (concentración máxima de materia orgánica en el curso de agua) no debe superar 15 mg/L . Con base en los antecedentes anteriores se pide:

- a) Determinar el orden de la reacción de decaimiento y la constante característica.
- b) Determinar el número de reactores en serie que deben ser utilizados para cumplir simultáneamente con la norma de calidad objetivo y la de descarga. Considere que cada reactor independiente es de mezcla completa.
- c) Repita el paso anterior pero considere que cada reactor independiente funciona como flujo pistón.
- d) Compare los resultados de las partes b) y c). Comente su resultado.

Pregunta #2

Una laguna artificial, cuya altura es controlada por un muro, recibe las descargas de residuos industriales líquidos de dos industrias que no poseen ningún tipo de tratamiento y que generan elevadas concentraciones de nutrientes que inducen eutroficación en el cuerpo de agua. La industria 1 descarga un caudal Q_1 y una concentración C_1 , en tanto la industria 2, descarga un caudal Q_2 y una concentración C_2 . Los valores de las descargas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1
Descargas de las Industrias al Lago

Industria	Sección	Parámetro	Unidad	Valor
1	1	Q_1	m ³ /s	2
		C_1	mg/L	50
2	2	Q_2	m ³ /s	1
		C_2	mg/L	100

Estudios realizados en el lago han permitido identificar señales de un problema incipiente de eutroficación por lo que es urgente tomar medidas preventivas para evitar que dicho problema escape de control. El lago se puede conceptualizar como un cuerpo dividido en 4 secciones (Figura 1). Cada sección puede ser simulada como un paralelepípedo en que la concentración del nutriente decae a una tasa de primer orden (ver Figura 2).

- La sección 1 puede ser simulada como un sistema de mezcla completa, que recibe la descarga de la industria 1. Se dispone de información sobre su área superficial A_{MC1} y el nivel del agua h_1 .
- La sección 2 puede ser simulada como un sistema de mezcla completa, que recibe la descarga de la industria 2. Se dispone de información sobre su área superficial A_{MC2} y el nivel del agua h_2 .
- La sección 3 puede ser construida como un paralelepípedo, tal como lo muestra la Figura 2, y se representa como un sistema de flujo pistón, que recibe los flujos de las zonas 1 y 2. Para efectos del análisis de la sección 3 considere que los caudales de las secciones 1 y 2 se incorporan en un punto único.
- Finalmente está la zona 4, la que recibe los flujos de la zona 3. En este caso se dispone de información sobre su área superficial A_{MC4} y el nivel del agua h_4 .

Con base en la información anterior se pide:

- Determinar una expresión analítica para la concentración a la salida de la laguna C_s como una función de los parámetros Q_1 , Q_2 , C_1 , C_2 , k , h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , A_{MC1} , A_{MC2} , A_{MC4} , L_3 , B_3 .
- Calcular la concentración a la salida de la laguna, C_s , utilizando los datos de las Tablas 1 y 2.
- Rediseñar la sección 3 de la laguna (aumentar o disminuir su altura de diseño) para obtener una concentración de salida inferior a 10 mg/L.

Tabla 2
Información de las secciones del lago.

Sección	Parámetro	Unidad	Valor
1	k	1/día	4.0
	A_{MC1}	m ²	400
	h_1	m	3.0
2	k	1/día	4.0
	A_{MC2}	m ²	400
	h_2	m	3.0
3	k	1/día	4.0
	L	m	250
	B	m	40
	h_3	m	3.0
4	k	1/día	4.0
	A_{MC4}	m ²	400
	h_4	m	3.0

Figura 1
Esquema Conceptual Laguna Artificial

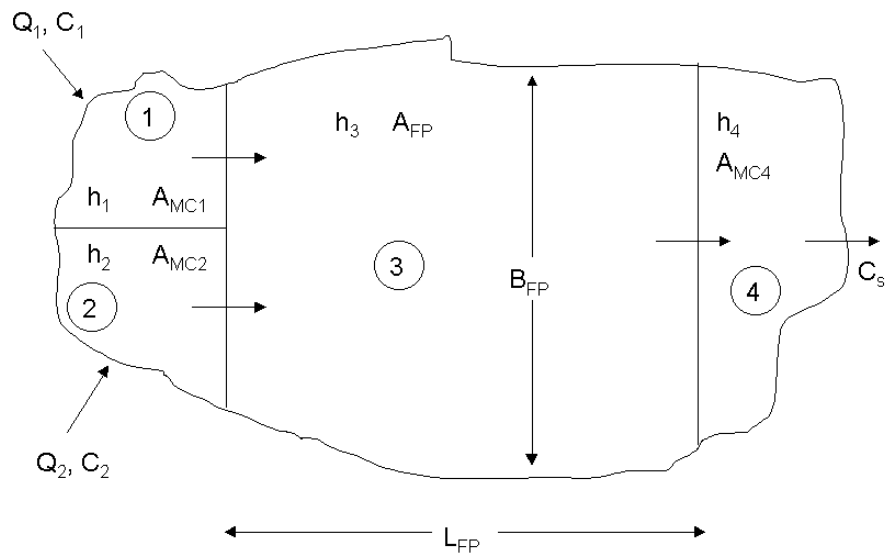
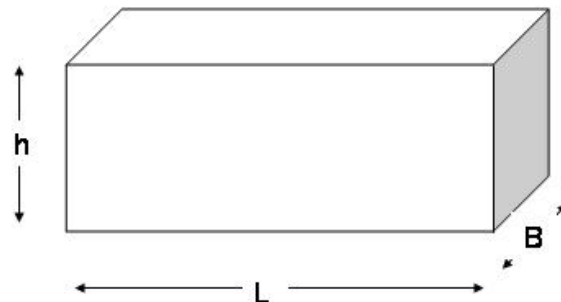
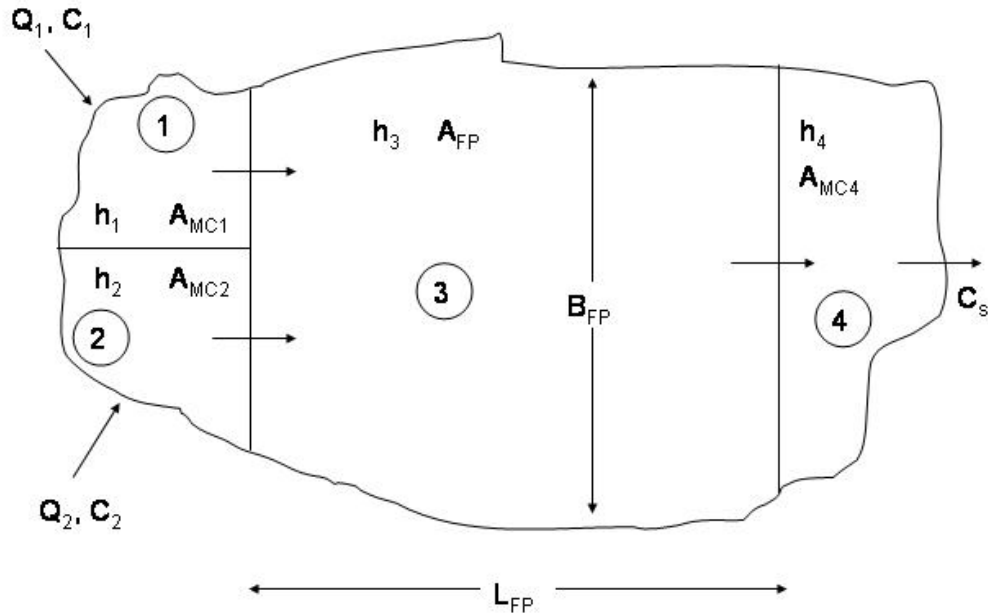


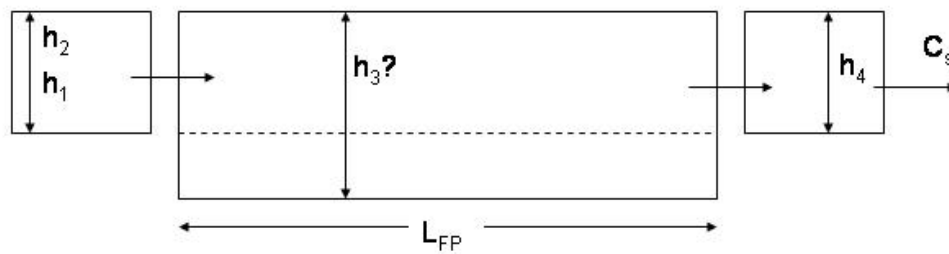
Figura 2
Sección 3 de la Laguna Artificial



Esquema Conceptual Laguna Artificial (Planta)



Esquema Conceptual Laguna Artificial (Perfil Longitudinal)



Sección 3 de la Laguna Artificial

