

Programa de la asignatura CALIDAD DE AGUAS
Grado Superior en Ingeniería Ambiental
Universidad de Cantabria
Curso 2003-2004

Docencia: Primer curso (Segundo cuatrimestre). Seis créditos totales. 4,5 créditos de clases teóricas y problemas en el aula, y 1,5 de prácticas de laboratorio.

Profesor responsable: Javier Temprano González

CONTENIDO

Tema 1.- Reacciones.

- 1.1.- Tipos de reacciones.
- 1.2.- Ecuaciones de velocidad y orden de reacción.
- 1.3.- Reacciones de orden cero, uno y dos.
- 1.4.- Análisis de datos.
 - 1.4.1.- Método integral.
 - 1.4.2.- Método diferencial.
 - 1.4.3.- Efecto de la temperatura.

Tema 2.- Balance de Masas.

- 2.1.- Forma diferencial de la ecuación de conservación de la masa.
- 2.2.- El estado estacionario.
- 2.3.- Otros tipos de balances.
- 2.4.- Aplicación a fluidos. La ecuación de la continuidad.

Tema 3.- Modelos de sistemas físicos. Fluidos ideales.

- 3.1.- Tipos de modelos.
- 3.2.- Modelos hidráulicos de sistemas naturales.
- 3.3.- Modelo de mezcla completa.
 - 3.3.1.- Inyección continua de trazador no reactivo.
 - 3.3.2.- Inyección continua de un reactivo de primer orden.
 - 3.3.3.- Aplicaciones. Reactores de mezcla completa en serie.
- 3.4.- Modelo de flujo pistón.
 - 3.4.1.- Forma diferencial.
 - 3.4.2.- Inyección continua de trazador. Estado estacionario.
- 3.5.- Comparación del rendimiento de reactores de mezcla completa y flujo pistón.
- 3.6.- Reactores de mezcla completa en serie para la mejora de rendimiento del sistema.

Tema 4.- Modelos de sistemas físicos. Fluidos no ideales.

- 4.1.- Advección, difusión y dispersión. El flujo no ideal.
- 4.2.- Distribución de tiempos de retención. Índices.
- 4.3.- Modelos para el flujo no ideal.
 - 4.3.1.- Modelo de dispersión.
 - 4.3.1.1.- Determinación experimental del coeficiente de dispersión.
 - 4.3.2.- Modelo de reactores en serie.

Tema 5.- *Captaciones, conducciones y bombeo de aguas.*

- 5.1.- Captaciones de agua.
 - 5.1.1.- Captaciones superficiales.
 - 5.1.2.- Captaciones subterráneas.
- 5.2.- Conducciones.
 - 5.2.1.- Conducciones rodadas.
 - 5.2.2.- Conducciones forzadas.
 - 5.2.3.- Tipología.
- 5.3.- Bombas.
 - 5.3.1.- Tipología.
 - 5.3.2.- Potencia.
 - 5.3.3.- Bombas de desplazamiento positivo.
 - 5.3.4.- Bombas centrífugas.
 - 5.3.5.- Accesorios.

Tema 6.- *Almacenamiento y medición de aguas.*

- 6.1.- Objetivos de los depósitos.
- 6.2.- Dimensionamiento.
- 6.3.- Diseño: tipología y elementos.
- 6.4.- Medición de caudales de agua.

Tema 7.- *Redes de abastecimiento.*

- 7.1.- Tipos de redes.
- 7.2.- Elementos de las redes de distribución.
- 7.3.- Fórmulas empleadas para el cálculo de las tuberías a presión.
- 7.4.- Dimensionamiento.
- 7.5.- Pruebas en la red.
- 7.6.- Desinfección de los conductos.
- 7.7.- Control de la calidad del agua abastecida: Abastecimiento público, uso pecuario, uso agrícola y uso industrial.

Tema 8.- *Redes de saneamiento.*

- 8.1.- Tipos de redes.
- 8.2.- Elementos de las redes de alcantarillado.
- 8.3.- Cálculo de caudales.
 - 8.3.1.- Caudales de aguas negras.
 - 8.3.2.- Caudales de aguas de lluvia.
- 8.4.- Dimensionamiento.
- 8.5.- La ventilación en las alcantarillas.
- 8.6.- Normativa municipal de vertido a las redes de alcantarillado.

Tema 9.- *Calidad de aguas de fuentes difusas y de reboses de alcantarillado.*

- 9.1.- Contaminación de la escorrentía superficial.
 - 9.1.1.- Acumulación y lavado de suciedad en la superficie de la cuenca.
 - 9.1.2.- Características del agua de escorrentía.
 - 9.1.3.- Cálculo de la escorrentía superficial en el programa SWMM.
 - 9.1.4.- Carga contaminante anual debida a la escorrentía.
- 9.2.- Contaminación en las redes de alcantarillado en tiempo de lluvia. Reboses.
- 9.3.- El primer lavado.
- 9.4.- Métodos para reducir la contaminación debida a la escorrentía.

Tema 10.- *La calidad del agua en los ríos.*

- 10.1.- La contaminación en los ríos. Legislación.
- 10.2.- Modelo general.
- 10.3.- Modelo de la DBO última.
- 10.4.- El caso del oxígeno. Modelo de Streeter-Phelps.
- 10.5.- Ampliaciones al modelo de Streeter-Phelps.
 - 10.5.1.- Modelo de S-P con sedimentación.
 - 10.5.2.- Modelo de S-P con fotosíntesis y demanda béntica.
- 10.6.- Ciclos de N y P.
- 10.7.- Demanda de oxígeno debida al N.
- 10.8.- Principio de superposición. Aplicación al modelo de S-P.
- 10.9.- Índices de calidad.
- 10.10.- Modelo QUAL2E.

Tema 11.- *Contaminación de lagos y embalses.*

- 11.1.- Características físicas de los lagos y embalses.
- 11.2.- Efectos de los contaminantes en los lagos. Eutrofización.
- 11.3.- Estratificación térmica.
- 11.4.- Estratificación y oxígeno disuelto.
- 11.5.- Efectos de la eutrofización en la calidad del agua.
- 11.6.- Balance de nutrientes en un embalse.
- 11.7.- Método de Vollenweider para el diagnóstico de un lago.
- 11.8.- Tratamiento de la eutrofización.

Tema 12.- *Calidad del agua en estuarios.*

- 12.1.- Características generales de los estuarios.
- 12.2.- Diferencias en la modelización de ríos y estuarios.
- 12.3.- Cálculo del coeficiente de dispersión.
 - 12.3.1.- Sistemas conservativos.
 - 12.3.1.- Sistemas no conservativos.
- 12.4.- Modelos de DBO y OD en estuarios.

Tema 13.- *Vertido al mar de aguas residuales.*

- 13.1.- La contaminación del mar.
- 13.2.- Modelo de autodepuración.
 - 13.2.1.- Mezcla o dilución inicial.
 - 13.2.2.- Transporte y dispersión.
 - 13.2.3.- Reacción del contaminante. T_{90} .
- 13.3.- Tipología de conducciones.

Tema 14.- *Efecto de la temperatura en los medios receptores.*

- 14.1.- Introducción.
- 14.2.- Calor y temperatura.
- 14.3.- Balances de calor.
- 14.4.- Aplicación a un lago.

EVALUACIÓN (Curso 2003-2004)

- Examen final

Se realizará un examen final el 30 de Junio¹ y otro extraordinario el 17 de Septiembre. A ambos exámenes todos los alumnos tienen derecho, siendo obligatoria la asistencia previa a las prácticas de la asignatura.

No se considerarán liberadas para Septiembre partes aprobadas del final, como teoría o problemas, en el caso de suspender el examen.

- Evaluación continua.

La evaluación a lo largo del curso estará englobada en dos partes:

1. Prácticas de laboratorio.

Consistirán en la realización de prácticas de uso de diferentes programas de ordenador (QUALITE, SWMM, EPANET). Es obligatorio asistir a ellas y entregar el correspondiente trabajo, que debe ser considerado como apto, para aprobar la asignatura. El aprobado de las prácticas será válido para posteriores convocatorias.

Las fechas de prácticas se realizarán, en horario de tarde, los días 20 (jueves) de mayo y 10 (jueves) de junio.

2. Exámenes parciales.

Se realizará un examen parcial el día 19 de Abril, en horario de clase, con la materia impartida hasta esa fecha. Una nota global superior a cinco permitirá liberar materia para las convocatorias de Junio y Septiembre. Los resultados obtenidos en septiembre son definitivos, no guardándose partes para el curso siguiente. Para aprobar la asignatura es necesario obtener más de un cinco.

No se considerarán liberadas partes aprobadas del parcial, como teoría o problemas, en el caso de suspender el examen.

Los alumnos que aprueben el examen parcial podrán presentarse al final para mejorar nota. Para calcular la nota final de la asignatura se considerará la mejor de las notas obtenidas entre el parcial y la parte correspondiente del final.

¹ Todas las fechas están sujetas a posibles cambios. En <http://www.ingamb.unican.es/Javier/index.htm> pueden consultarse las fechas definitivas.

3. *Puntuación de las preguntas de tipo test de los exámenes.*

El examen parcial y los finales de Junio y Septiembre incluirán una parte de teoría y otra de problemas. La parte de teoría estará compuesta total o parcialmente de preguntas de tipo test. La puntuación de las respuestas será la siguiente:

- Respuesta correcta: 1 punto
- Respuesta en blanco: 0 puntos
- Respuesta errónea: -1 punto

BIBLIOGRAFÍA DE LA ASIGNATURA CALIDAD DE AGUAS

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

TEJERO, I.; SUÁREZ, J.; JÁCOME, A. y TEMPRANO, J. (2001). *Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Tórculo. ISBN: 84-607-3989-9

TCHOBANOGLOUS, G. y SCHROEDER, E. (1985). *Water quality*. Addison Wesley. EE UU. ISBN: 0-201-05433-7

CHAPRA, S. C. (1997). *Surface water-quality modeling*. McGraw-Hill. EE UU. ISBN: 0-07-115242-3

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

KRENKEL, P. A. y NOVOTNY, V. (1980). *Water Quality Management*. Academic Press. EE UU. ISBN: 0-12-426150-7

LEVENSPIEL, O. (1990). *Ingeniería de las reacciones químicas*. Reverté. ISBN 84-291-7325-0

SCHNOOR, J. L. (1996). *Environmental Modeling*. John Wiley & Sons. EE UU. ISBN: 0-471-12436-2

THOMANN, R. V. y MUELLER, J. A. (1987). *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. Harper Collins, Nueva York. ISBN: 0-06-350728-5

Legislación sobre aguas (2000). Civitas. ISBN 84-470-1471-1