



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
República Argentina

Programa de:

## **CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Código:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
MENCIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS**

Plan:  
Carga Horaria: 60 hs  
Semestre:  
Carácter: *Obligatoria*  
Bloque:

Puntos:  
Hs. Semanales:  
Año:

Objetivos: Proporcionar al alumno una formación actualizada en los temas de calidad y contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Capacitar al alumno de manera de ser capaz de estudiar una región desde un punto de vista hidroambiental y aplicar sus conocimientos en el caso de situaciones concretas: vertidos y dispersión de contaminantes en cuerpos superficiales, contaminación y remediación en aguas subterráneas, etc. Contempla la presentación de casos de aplicación y el uso de herramientas numéricas.

Programa Sintético:

- I. Conceptos y definiciones.
- II. Leyes de Fick.
- III. Difusión turbulenta.
- IV. Dispersión.
- V. Procesos de mezcla en ríos.
- VI. Modelos en ríos.
- VII. Procesos de mezcla en lagos y embalses.
- VIII. Chorros y plumas.
- IX. Conceptos de calidad para flujos subterráneos.
- X. Flujo de fluidos inmiscibles.
- XI. Flujo de fluidos miscibles.
- XII. Modelos de calidad superficial.
- XIII. Modelos de calidad de agua subterránea.
- XIV. Problemas de contaminantes. Remediación.
- XV. Monitoreo de contaminantes.

Programa analítico: de foja 2 a foja 3

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja

Bibliografía: foja 3

Correlativas Obligatorias:  
Correlativas Aconsejadas:

Rige:

Aprobado HCD, Res.:  
Fecha:

Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:  
Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **Unidad I -Conceptos y definiciones.**

El Rol de la ingeniería Hidrológica e Hidráulica en el manejo del ambiente. Hidráulica Ambiental. Estrategias y aproximaciones para la resolución de Problemas. Aproximaciones. Conceptos Básicos. Análisis Dimensional.

### **Unidad II - Leyes de Fick.**

Ley de Fick. El paso randómico y la difusión molecular. Matemática de la ecuación de difusión. Solución en dos y tres dimensiones. Difusión Advectiva.

### **Unidad III - Difusión turbulenta.**

Introducción. Conceptos de Estadística. Difusión de concentración promedio. Difusión relativa. Resumen.

### **Unidad IV - Dispersión.**

Dispersión en flujo de corte laminar. Introducción. Ejemplos. Análisis de Taylor en flujo laminar en un tubo. Análisis de Aris. Dispersión en flujo de corte turbulento. Dispersión en flujo de corte no permanente. Dispersión en dos dimensiones. Dispersión en Flujo de corte sin bordes.

### **Unidad V - Procesos de mezcla en ríos.**

Caso ideal: canal recto uniforme, recto, infinitamente ancho de profundidad constante. Mezcla en canales irregulares y corrientes naturales. Distribución de Concentraciones. Problemas en corrientes reales; uso del método de descarga acumulada. Mezcla turbulenta de la descarga de efluentes.

### **Unidad VI - Modelos en ríos.**

Consideraciones en la elección de un modelo. Modelos numéricos. Modelos unidimensionales. Modelos Multidimensionales. Modelos Físicos. Introducción. Leyes y relación de escalas. Verificación del modelo. Gradientes de salinidad vertical y longitudinal. Mezcla turbulenta.

### **Unidad VII - Procesos de mezcla en lagos y embalses.**

Comportamiento en un reservorio. El ciclo anual. Estructura de densidad del agua y sus efectos en el movimiento dentro del reservorio. Fuentes de energía externa para la mezcla. Mezcla vertical en el Epilimnion Mezcla vertical en el Hypolimnion. Mezcla horizontal en reservorios. Dinámica de la descarga.

### **Unidad VIII - Chorros y plumas.**

Introducción. Chorros y plumas. Parámetros ambientales. Estratificación y chorros cruzados. Efectos de bordes en chorros turbulentos. Descargas en múltiples puntos. Resumen.

### **Unidad IX - Conceptos de calidad para flujos subterráneos.**

Componentes químicos en precipitaciones atmosféricas. Efectos del suelo y de las plantas. Efectos acuíferos. Componentes del agua subterránea y adaptabilidad para el consumo. Estándares de la calidad del agua para el consumo, la irrigación y el uso industrial. Temperatura del agua subterránea y geotermómetros. Generación de potencia geotérmica.

### **Unidad X - Flujo de fluidos inmiscibles.**

Teoría. Caso especial: flujo en medios no saturados. Movimiento en las interfaces. Problemas de polución multifases.

### **Unidad XI - Flujo de fluidos miscibles.**

Transporte soluto de sustancias no reactivas. Leyes de interacción entre la fase inmóvil y las sustancias transportadas y los cambios psicoquímicos en las sustancias. Transmisión del calor en medios porosos.

### **Unidad XII - Modelos de calidad superficial.**

Evaluación de la Calidad del Agua. Direcciones comunes y factores críticos de contaminación del agua. Indicadores, causas y efectos. Seguimiento, evaluación y modelización del riesgo. Simulación de la configuración. Leyes ambientales.

### **Unidad XIII - Modelos de calidad de agua subterránea.**

Introducción. Modelos 1D. Modelos 2D. Modelos de capas. Modelos tridimensionales. Métodos en diferencias finitas. Métodos de elementos finitos. Transporte de contaminantes.

### **Unidad XIV - Problemas de contaminantes. Remediación.**

Dispersión y otras atenuaciones. Intrusión del agua salada. Camino de la sal. Cloacas y lodo. Residuos sólidos. Cementerios. Agricultura. Explotación minera. Disposición de residuos radioactivos. Almacenaje subterráneo de residuos líquidos. Lagunas y estanques de evaporación. Derramamientos y pérdidas de aceite. Salidas urbanas y aguas superficiales contaminadas.

### **Unidad XV - Monitoreo de contaminantes.**

Criterios que facilitan la evaluación y control de la magnitud del impacto de una actividad humana sobre el medio ambiente. Parámetros para valorar la calidad del medio ambiente y de los ecosistemas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ASCE (1996)** *Quality of ground water: guidelines for selection and application of frequently used models. Nº 85.* ASCE manuals and reports on engineering practice, American Society of Civil Engineers. Committee on Ground Water Quality Editor ASCE Publications. USA.

**Canter, L.; Knox, R. & Fairchild, D. (1987)** *Groundwater Quality Protection*, Lewis Publ., Michigan.

**Chvatal, V. (1980).** *Linear Programming.* Editorial Freeman. USA

**Fischer, H; List, E.; Koh, R.; Imberger, J. and Brooks, N. (1979)** *Mixing in Inland and Coastal waters.* Academic Press, London.

**Fogiel, M. (1983).** *The Operations Research Problem Solver.* Research And Education Association, USA.

**Klapper, Helmut (1991).** *Control of eutrophication in inland waters.*, Ellis Horwood. New York,

**Martin, J.L. & McCutcheon, S. (1999)** *Hydrodynamics and transport for water quality modelling*, Lewis Publ., Boca Raton, Fl. USA.

**Reid, George K. & Wood, Richard D. (1976).** *Ecology of inland waters and estuaries*, Van Nostrand; 2nd. ed. Nueva York.

**Robert V. Thomann, John A. Mueller (1987)** *Principles of surface water quality modeling and control.* Harper & Row, N.Y.

**Smith, A.; Hinton, E.; Lewis, R. (1983).** *Civil Engineering Systems Analysis And Design.* Editorial John Wiley And Sons. USA.

**Syso, M.; Deo, N.; Kowalk, J. (1983).** *Discrete Optimization Algorithms.* Prentice Hall, USA.