

Asignatura: **Hidrología y Procesos Hidráulicos**

Código: 10-09012

RTF

7.5 / 8.0

Semestre: Séptimo

Carga Horaria

80

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

28

Departamento: Hidráulica

Correlativas:

- Mecánica de los Fluidos
- Ingeniería Geológica y Geotécnica

Contenido Sintético:

- Elementos de hidrología y procesos hidrológicos
- Hidrogeología y escurrimiento en medios porosos
- Hidrología estadística
- Hidráulica de canales abiertos
- Transiciones, alcantarillas y vertederos
- Hidráulica fluvial
- Gestión de recursos hídricos
- Modelos matemáticos en hidrología e hidráulica
- Conceptos del drenaje urbano y rural

Competencias Genéricas:

- CG1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG7. Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: 948-HCD-2023

RES: Fecha: 10/11/2023

#### Competencias Específicas Ingeniería Civil:

**CE1.3:** Analizar, medir y controlar el flujo y sus efectos en redes de tuberías, a superficie libre y subterráneo, a partir de conceptos de hidráulica, hidrología e hidrogeología.

**CE1.8:** Planificar, proyectar, diseñar, dirigir, construir, mantener y rehabilitar la infraestructura de los distintos medios de transporte.

**CE1.11:** Planificar, proyectar, dirigir, construir y mantener obras hidráulicas, tales como presas de embalse y centrales hidroeléctricas, canales de navegación, obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales, obras de arte de proyectos viales, obras portuarias y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

**CE1.18:** Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para el almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, incluidos sus residuos.

**CE4.2:** Comprender y aplicar los aspectos económicos en relación con obras y proyectos propios de la Ingeniería Civil, tanto en el ámbito público como en el privado.

**CE4.5:** Aplicar metodologías para evaluar procesos que involucren impacto ambiental, por el uso o funcionamiento de obras e instalaciones de ingeniería civil.

**CE5.4:** Identificar y aplicar la legislación nacional vigente y los aspectos económicos en relación con la certificación de condición y uso de instalaciones para el almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, incluidos sus residuos.

#### Competencias Específicas Ingeniería Ambiental:

**CE1.2:** Analizar, medir y controlar el flujo y sus efectos en redes de tuberías, a superficie libre y subterráneo, a partir de conceptos de hidráulica, hidrología e hidrogeología.

**CE1.3:** Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.

**CE2.1:** Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar (incluyendo el análisis de riesgos) la construcción de obras hidráulicas, tales como presas de embalse, obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

**CE2.2:** Diseñar, calcular, operar, mantener y controlar las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.

**CE3.2:** Certificar el funcionamiento y condición de uso de las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.

**CE3.5:** Identificar y aplicar la legislación nacional vigente y los aspectos económicos en relación con la certificación de condición y uso de obras e instalaciones de saneamiento ambiental urbano, industrial y rural y de obras e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.

**CE4.5:** Relacionar conceptos ecológicos con el uso sustentable de los ecosistemas.

## Presentación

La asignatura Hidrología y Procesos Hidráulicos se ubica en un lugar central dentro del área de las Tecnologías Básicas en la formación del futuro profesional. Los ingenieros de la Universidad Nacional de Córdoba deben estar capacitados para que, mediante su trabajo, contribuyan a mejorar la calidad de vida de la sociedad a través de la adecuada comprensión del rol de los recursos hídricos del planeta, promoviendo intervenciones sostenibles, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) promovidos por la Organización de Naciones Unidas. Entre los principales conceptos que deben manejar se destacan el de la cuenca hidrográfica, como unidad de planificación y gestión, y el del monitoreo hidrometeorológico e hidrológico, el cual posibilita el adecuado conocimiento de las disponibilidades hídricas en períodos normales y extremos (húmedos y secos). En tal sentido, el ingeniero debe estar preparado para utilizar las herramientas más recientes de obtención de datos hidrometeorológicos, como también el manejo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los SIG son herramientas que permiten mediante consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

A su vez, se requiere que comprenda el rol de cada uno de los diferentes fenómenos que intervienen en el denominado Ciclo Hidrológico. De especial importancia en esta formación profesional son los procesos de almacenamiento y de conducción (o transporte) del agua, tanto a nivel superficial como subterráneo.

Ello está asociado, entre otros aspectos, a la determinación de los caudales que escurren en una cuenca hidrográfica o que puede extraerse de un cuerpo de agua superficial y/o subterráneo, hecho que posibilita el diseño de la infraestructura que se requiere para aumentar la seguridad hídrica de la población. Esta última puede estar relacionada al abastecimiento humano y/o productivo como también a situaciones de extremos hídricos que deben ser adecuadamente atendidas y sostenidas por la infraestructura que se proyecte.

## Contenidos

### **Unidad 1. Elementos de hidrología y Procesos hidrológicos**

El ciclo hidrológico. Radiación. Circulación general. Humedad. Vientos. Cuenca hidrográfica. Precipitación: mecanismos de formación, tipos, medición, variación espacial y temporal, análisis y procesamiento de datos pluviométricos. Evaporación y evapotranspiración. Intercepción. Infiltración: movimiento del agua en el suelo. Estimación de la capacidad de infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Transformación lluvia-caudal. Componentes del hidrograma. Factores que afectan su forma. Relaciones elementales entre lluvia y descarga. Método racional. Teoría del hidrograma unitario. Derivación y aplicación de hidrogramas unitarios. Ecuaciones de flujo impermanente en canales. Identificación de métodos basados en soluciones simplificadas y completas de las ecuaciones. Métodos basados en función del almacenamiento. Propagación de crecidas en canales naturales. Propagación de crecidas en embalses. Métodos basados en soluciones simplificadas de las ecuaciones de Saint Venant.

### **Unidad 2. Hidrogeología y escurrimiento en medios porosos**

Relaciones entre el suelo y el agua en un medio poroso. Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica. Permeabilidad y Transmisividad. Tipos de acuíferos. Flujo permanente e

impermanente en acuíferos. Ecuación de Thiem, Cooper-Jacob y Theis. Intrusión Marina. Interacción entre el agua de los océanos y los acuíferos. Equilibrio hidráulico de pozos. Recarga artificial. Ensayos de bombeo. Acuíferos limitados. Pozos imágenes.

### **Unidad 3. Hidrología estadística**

Conceptos básicos. Probabilidad en hidrología. Análisis de frecuencia de datos hidrológicos. Distribuciones de valores extremos. Distribuciones típicas aplicadas en hidrología: ajuste. Determinación de relaciones i-d-f. Análisis de frecuencia regional. Tormentas de diseño.

### **Unidad 4. Hidráulica de canales abiertos**

Flujo Uniforme y Crítico en Canales Abiertos. Energía específica. Flujo subcrítico, crítico y supercrítico. Aplicación del principio de energía específica. Cantidad de movimiento específica, fuerza específica. Resalto hidráulico. Características del flujo uniforme. Ecuaciones de Chezy y Manning. Estimación del coeficiente de resistencia. Determinación de flujo uniforme y sus parámetros: tirante, velocidad normal, radio hidráulico. Determinación de parámetros críticos. Aplicación práctica de los conceptos del flujo uniforme. Diseño de canales. Flujo Permanente, Gradualmente Variado a Superficie Libre. Ecuación general de flujo gradualmente variado. Clasificación de los perfiles superficiales. Secciones de control. Análisis y cálculo de perfiles de flujo. Ubicación del resalto hidráulico. Casos prácticos de cálculo de flujo gradualmente variado.

### **Unidad 5. Transiciones, alcantarillas y vertederos**

Flujo Permanente Rápidamente Variado a Superficie Libre. Características del flujo. Problema de las transiciones. Caída libre. Resalto hidráulico como disipador de energía. Compuertas de fondo. Flujo en alcantarillas. Canaletas Parshall. Vertederos de cresta delgada y cresta ancha. Pilas de puente.

### **Unidad 6. Hidráulica fluvial**

Introducción a la mecánica del transporte de sedimentos. Propiedades de los Sedimentos. Formas de Fondo. Condiciones críticas para la iniciación del movimiento. Procesos de transporte de sedimentos. Carga de fondo, de suspensión y de lavado. Medición de Sedimento. Procesos de degradación y agregación en cursos fluviales. Colmatación de embalses.

### **Unidad 7. Gestión en recursos hídricos**

Conceptos básicos. Identificación de actores asociados a la gestión de los recursos hídricos. Principios de Dublín. Visión de la GIRH. Conceptos de Gobernanza y Gobernabilidad del agua. El federalismo del agua en Argentina. Principios Rectores de Política Hídrica en Argentina. Principales organismos nacionales y provinciales de la gestión hídrica. El CoHiFe. Instrumentos de la gestión de los recursos hídricos. Comités de Cuencas. Evolución del rol del género en la gestión del agua. Resolución de conflictos. Conceptos de gestión del riesgo. Prospectiva hídrica de Argentina.

### **Unidad 8. Modelos Matemáticos en Hidrología e Hidráulica**

La importancia de los modelos matemáticos. Software para el desarrollo de problemas básicos de hidrología de cuencas naturales, afectadas antrópicamente e hidráulicas de canales. Diseño conceptual de los modelos hidrológicos e hidráulicos. Consideraciones

respecto a los pasos de tiempo para las modelaciones y condiciones de borde. Errores típicos en los modelos. Aplicación de HEC- HMS para la determinación de hidrogramas de crecidas en cuencas. Aplicación de HEC- RAS para la determinación del pelo libre en canales naturales.

### Unidad 9. Conceptos del drenaje urbano y rural

Evolución del urbanismo en el mundo y en Argentina. Principales diferencias y similitudes entre cuencas urbanas y rurales. Impactos de los usos del suelo sobre el ciclo del agua. Relevancia de las inundaciones rurales y urbanas en el mundo y en la región. Evolución de los paradigmas en relación a las soluciones al drenaje urbano y rural. Impactos de las obras tradicionales. Concepto del Ordenamiento Territorial. Conceptos de sostenibilidad y de Impacto Hidrológico Nulo. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN). Infraestructuras gris, verde y mixta. Componentes de las Aguas Urbanas. Planes directores de drenaje rurales y urbanos: objetivos, principios, estrategias, productos.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo de la asignatura se plantea a través de clases teóricas, donde se desarrollan y se debaten los conceptos de las diferentes unidades de abordaje de la asignatura, y con clases prácticas donde se resuelven de diferentes formas ejercicios y situaciones de casos. El proceso de resolución del caso práctico presentado permite la incorporación de los conceptos teóricos necesarios para la comprensión del tema, desarrollados durante la clase teórica. Los contenidos teóricos-conceptuales se encuentran expuestos en la bibliografía básica de la asignatura.

La metodología propuesta se complementa con clases de laboratorio físico y de laboratorio de computación.

En el laboratorio de hidráulica se visualizan los conceptos de canales, resaltes y vertederos e instrumentos de medición de variables hidrometeorológicas y en las clases de modelación en laboratorio de computación se utilizan programas, tales como HEC-HMS, para afianzar los conceptos de hidrología de cuencas y HEC- RAS para el trazado de pelo libre.

En estos trabajos se plantean casos para que los estudiantes analicen situaciones problemáticas y propongan soluciones. Al cierre de estas clases los grupos de trabajo comparten las propuestas de resolución en forma oral y suben al aula virtual un informe sobre la misma.

### Rúbricas Analíticas para los Trabajos Prácticos

Trabajo Grupal	Nivel de Competencia 4 (8-10 puntos)	Nivel de Competencia 3 (6 -8 puntos)	Nivel de Competencia 2 (4 a 6 puntos)	Nivel de Competencia 1 (menos de 4 puntos)
Comprensión de la Actividad (20 %)	Demuestra totalmente la comprensión de los problemas	Demuestra la comprensión de los problemas	Demuestra parcialmente la comprensión de los problemas	Demuestra escasamente la comprensión de los problemas

<b>Trabajo Grupal</b>	<b>Nivel de Competencia 4 (8-10 puntos)</b>	<b>Nivel de Competencia 3 (6 -8 puntos)</b>	<b>Nivel de Competencia 2 (4 a 6 puntos)</b>	<b>Nivel de Competencia 1 (menos de 4 puntos)</b>
<b>Capacidad de Análisis (20 %)</b>	Demuestra totalmente	Demuestra la capacidad de análisis satisfactoriamente	Demuestra la capacidad de análisis parcialmente	Demuestra la capacidad de análisis escasamente
<b>Capacidad de identificar los elementos de diseño (20%)</b>	Demuestra totalmente	Demuestra satisfactoriamente	Demuestra parcialmente	Demuestra escasamente
<b>Resultados numéricos de cálculo y coherencia con los datos y lo que se calcula (40%)</b>	Presenta explicaciones claras de los resultados y resultados correctos	Presenta explicaciones de los resultados y resultados correctos	Presenta alguna explicación de los resultados y resultados parcialmente correctos	Presenta escasa explicación de los resultados y resultados escasamente correctos

## Evaluación

Para su sistema de evaluación la disciplina Hidrología y Procesos Hidráulicos busca contar con el mayor número de evidencias sobre el desempeño del estudiante. Se trata de evidencias de conocimiento mediante pruebas escritas, orales, ensayos y también de evidencias del hacer mediante, resolución de casos, registro de observaciones, simulación y ensayos.

La asignatura contempla la posibilidad de promocionar la parte práctica sin necesidad de recurrir a la instancia de examen final de dicha parte. Ello es a partir de distintas herramientas de evaluación continua, tanto en modalidad formativa como sumativa.

Se evalúan cuantitativamente los conocimientos y competencias adquiridas mediante evaluaciones parciales escritas y de carácter individual con nota superior a 6 y promedio 7, en el caso de que el estudiante no alcance los conocimientos y competencias necesarios posee una instancia de recuperación de una de estas evaluaciones parciales, reemplazando la nueva nota a la nota original.

Los Trabajos Prácticos (TP) y los informes de los trabajos de los laboratorios (TPL), realizados en grupo, se evalúan mediante indicadores cualitativos que generan las evidencias de conocimiento y del hacer. En particular, los informes de los TPL son evaluados cualitativamente mediante la rúbrica correspondiente, considerando la calidad de la redacción y el uso apropiado de la terminología técnica disciplinar.

El estudiante que esté en condiciones de alcanzar la condición de Promoción de Práctico puede presentarse al examen integrador de modo oral, realizándose ello en las instancias de examen final en las fechas que indique la facultad, en los turnos inmediatos al dictado. Esta instancia de presentación oral permite verificar la apropiación de la competencia de comunicación efectiva y adecuada de los contenidos de la materia.

## Condiciones de aprobación

Se considera que los alumnos han adquirido las competencias y las capacidades generales y, por ende, quedan como alumnos regulares y habilitados para el examen final, aquellos que cumplan con todas las condiciones siguientes:

- tengan aprobadas o regulares las materias que brindan las competencias suficientes para el cursado de la materia (correlativas del plan de estudio) y hayan demostrado una participación activa del 80 % a la totalidad de las clases prácticas;
- tengan el 80% de participación activa a las actividades de asistencia al laboratorio de hidráulica y de computación en una fecha cercana al recuperatorio del parcial;
- tengan realizados y alcanzado los niveles de competencia de nivel mínimo 2 en todos los prácticos.
- hayan alcanzado en cada instancia de evaluación parcial una nota mínima de 4, habiendo pasado la instancia del Recuperatorio;

El examen final posee dos instancias: una primera, práctica, donde el alumno debe mostrar la capacidad de resolver situaciones problemáticas para ello se considera como suficiente la solución correcta de un 50% de las situaciones planteadas para los alumnos que previamente regularizaron en los cursados. La segunda instancia, teórica, se lleva a cabo desde que el alumno previamente haya alcanzado el nivel de Aprobado en la instancia práctica previa. El estudiante puede rendir examen en tal condición en el lapso estipulado por el Régimen de Estudiantes de la FCEFyN.

Cabe señalar que los estudiantes pueden eximirse de la evaluación de la parte práctica en el examen final cuando hayan cumplido con todos los requisitos que se indican a continuación:

- 1) tengan en condiciones de aprobado/regularizado todas las asignaturas correlativas obligatorias al momento del examen final que se presenten;
- 2) hayan participado en forma activa por lo menos un 80 % de la totalidad de las clases teóricas y prácticas dictadas en el semestre;
- 3) tengan realizados y alcanzado los niveles de competencia de nivel mínimo 3 en todos los prácticos.
- 4) hayan obtenido en los 2 (dos) parciales teórico-prácticos escritos, una nota mínima 6 (seis) y con promedio igual o superior a 7 (siete). En el caso de que no haya alcanzado la nota mínima en alguna de las instancias de evaluación parcial posee la alternativa de recuperar uno de los parciales, debiendo aprobarlo con la nota mínima 6 (seis).

El beneficio de la eximición de la parte práctica del Examen Final sólo se aplica a los alumnos que, estando en condiciones del beneficio, se presenten al examen final en los dos primeros turnos posteriores al final del cursado (sólo mes de julio del año de cursado para el primer cuatrimestre o mes de diciembre del año de cursado para el segundo cuatrimestre). Además, los alumnos que cumplieron todas las condiciones de cursado, quedaron regulares y no alcanzaron la nota para la promoción de la parte práctica podrán reparcializar en el cuatrimestre siguiente al dictado, en esta instancia podrán recuperar las evaluaciones parciales la cuales deberán ser aprobadas con nota igual o superior a 6 (seis) y promedio 7 (siete). Además, podrán recuperar uno de los parciales, debiendo aprobarlo con la nota mínima 6 (seis) y promedio 7 (siete) reemplazando la nota del recuperatorio la nota anterior.

El examen teórico puede tener la modalidad de escrito u oral, en el cual se evalúan las competencias de comunicación efectiva de los conceptos adquiridos en la materia y los conocimientos transversales con las materias vinculadas a Hidrología y Procesos Hidráulicos.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizan actividades prácticas en laboratorios de hidráulica y computación.

El laboratorio de hidráulica posee al menos dos actividades prácticas donde los alumnos participan en forma directa en:

TP Hidráulico: Aforo de caudal aplicando técnicas experimentales, identificación de diferentes perfiles de flujo gradual y rápidamente variado, relevamiento de un resalto hidráulico y medición de pendientes del canal y perfiles de flujo gradualmente variado.

TP Hidrometría: Medición de variables meteorológicas en la Estación Meteorológica y de caudales con diferentes instrumentos de campo.

En ambos prácticos utilizan los datos relevados para resolver casos concretos similares a los que pueden encontrarse en su futuro desempeño profesional; luego entregan un TPL en el cual deben mostrar la adquisición de las capacidades de hacer y de comunicación.

TP Modelación de cuencas. En el laboratorio de computación trabajan en el desarrollo de un modelo computacional de un sistema hidrológico real y se simulan diferentes eventos hidrológicos (observados y/o diseño).

TP sobre modelación de canales, flujo gradualmente variado, resalto, alcantarillas.

Se realizarán además trabajos prácticos en forma grupal:

- Trabajo práctico sobre cuestiones hidrogeológicas
- Trabajo Prácticos sobre consideraciones de transporte de sedimentos y gestión hídrica

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CG1.1. Identificar y formular problemas.

- Identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
- Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- Realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.
- Generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

CG1.2. Controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.



- Establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.
- Monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.
- Usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.

CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

CG4.1. Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

Conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.

CG4.2. Utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas.

- Interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
- Combinarlas y/o producir modificaciones de manera que optimicen su utilización.

CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

CG7.1. Seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y acordar significados en el contexto de intercambio.

- Usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.

CG7.2. Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

- Expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- Identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.
- Utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).
- Manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- Identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.

## **Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Civil**

**CE1.3:** Analizar, medir y controlar el flujo y sus efectos en redes de tuberías, a superficie libre y subterráneo, a partir de conceptos de hidráulica, hidrología e hidrogeología.

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales de evaluación de alternativas y seleccionar la más adecuada, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas.
- Incorporar al diseño las dimensiones del problema.
- Planificar la resolución utilizando estrategias para abordar eficazmente el problema planteado.
- Identifique los alcances y limitaciones de las técnicas.
- Genera alternativas de solución.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de dichas competencias

**CE1.8:** Planificar, proyectar, diseñar, dirigir, construir, mantener y rehabilitar la infraestructura de los distintos medios de transporte.

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales de evaluación de alternativas y seleccionar la más adecuada, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de dichas capacidades

**CE1.11:** Planificar, proyectar, dirigir, construir y mantener obras hidráulicas, tales obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales, obras de arte de proyectos viales, y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas a través del desarrollo de selección de obras de alcantarillas y vertederos y compuertas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades

**CE1.18.** Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para el almacenamiento, captación, conducción y distribución de líquidos, incluidos sus residuos.

Se busca que el estudiante

- Determine los caudales a conducir por distintas estructuras hidráulicas
- Incorpore los conceptos de tormentas y diferentes eventos para el diseño de elementos hidráulicos de transporte.
- Diseñe alcantarillas, canales a cielo abierto o canales cerrados a gravedad.
- Plantee las condiciones para instalación de obras hidráulicas superficiales o subterráneas
- Conceptualice los procesos involucrados en los procesos de transporte de sedimentos que deben ser considerados en el diseño de las obras de cruce de ríos.
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de captación de aguas subterráneas

**CE4.2:** Comprender y aplicar los aspectos económicos en relación con obras y proyectos propios de la Ingeniería Civil, tanto en el ámbito público como en el privado.

Se busca que el estudiante

- Plantee las condiciones para instalación de obras hidráulicas superficiales o subterráneas
- Conceptualice los procesos involucrados en los procesos de transporte de sedimentos que deben ser considerados en el diseño de las obras de cruce de ríos.
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de captación de aguas subterráneas
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de conducción de líquidos a gravedad.
- Utilice software para la determinación de caudales y trazado de pelo libre.

**CE4.5:** Aplicar metodologías para evaluar procesos que involucren impacto ambiental, por el uso o funcionamiento de obras e instalaciones de ingeniería civil.

Se busca que el estudiante incorpore

- Conceptos de gestión de recursos hídricos
- Conceptos de legislación para los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Elementos necesarios para incorporar en los estudios de impacto ambiental y planes de gestión ambiental,
- Incorpore conceptos de manejo sustentable y protección de cuencas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades de aplicación de normas y consideraciones de gestión ambiental.

**CE5.4:** Identificar y aplicar la legislación nacional vigente y los aspectos económicos en relación con la certificación de condición y uso de instalaciones para el almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, incluidos sus residuos.

Se busca que el estudiante incorpore

- Conceptos de gestión de recursos hídricos
- Conceptos de legislación para los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Elementos necesarios para incorporar en los estudios de impacto ambiental y planes de gestión ambiental,
- Incorpore conceptos de manejo sustentable y protección de cuencas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades de aplicación de normas y consideraciones de gestión ambiental.

## **Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Ambiental**

**CE1.2:** Analizar, medir y controlar el flujo y sus efectos en redes de tuberías, a superficie libre y subterráneo, a partir de conceptos de hidráulica, hidrología e hidrogeología

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales de evaluación de alternativas y seleccionar la más adecuada, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas.
- Incorporar al diseño las dimensiones del problema
- Planificar la resolución utilizando estrategias para abordar eficazmente el problema

- planteado
- Identifique los alcances y limitaciones de las técnicas
- Genera alternativas de solución

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de dichas competencias

**CE1.3:** Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales de evaluación de alternativas y seleccionar la más adecuada, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de dichas capacidades

**CE2.1:** Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar (incluyendo el análisis de riesgos) la construcción de obras hidráulicas, tales como presas de embalse, obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

Se busca que el estudiante

- Identifique y organice los datos pertinentes a la problemática abordada para luego desarrollar criterios profesionales, lo que le permitirá conocer los alcances y limitaciones de las técnicas a través del desarrollo de selección de obras de alcantarillas y vertederos y compuertas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades

**CE2.2:** Diseñar, calcular, operar, mantener y controlar las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.

Se busca que el estudiante

- Determine los caudales a conducir por distintas estructuras hidráulicas
- Incorpore los conceptos de tormentas y diferentes eventos para el diseño de elementos hidráulicos de transporte.
- Diseñe alcantarillas, canales a cielo abierto o canales cerrados a gravedad.
- Plantee las condiciones para instalación de obras hidráulicas superficiales o subterráneas
- Conceptualice los procesos involucrados en los procesos de transporte de sedimentos que deben ser considerados en el diseño de las obras de cruce de ríos.
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de captación de aguas subterráneas

**E3.2:** Certificar el funcionamiento y condición de uso de las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.

Se busca que el estudiante

- Determine los caudales a conducir por distintas estructuras hidráulicas
- Incorpore los conceptos de tormentas y diferentes eventos para el diseño de elementos hidráulicos de transporte.
- Diseñe alcantarillas, canales a cielo abierto o canales cerrados a gravedad.
- Plantee las condiciones para instalación de obras hidráulicas superficiales o subterráneas

- Conceptualice los procesos involucrados en los procesos de transporte de sedimentos que deben ser considerados en el diseño de las obras de cruce de ríos.
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de captación de aguas subterráneas
- Conceptualice los estudios involucrados en el diseño de obras de conducción de líquidos a gravedad.
- Utilice software para la determinación de caudales y trazado de pelo libre.

**CE3.5:** Identificar y aplicar la legislación nacional vigente y los aspectos económicos en relación con la certificación de condición y uso de obras e instalaciones de saneamiento ambiental urbano, industrial y rural y de obras e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua

Se busca que el estudiante incorpore

- Conceptos de gestión de recursos hídricos
- Conceptos de legislación para los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Elementos necesarios para incorporar en los estudios de impacto ambiental y planes de gestión ambiental,
- Incorpore conceptos de manejo sustentable y protección de cuencas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades de aplicación de normas y consideraciones de gestión ambiental.

**CE4.5:** Relacionar conceptos ecológicos con el uso sustentable de los ecosistemas.

Se busca que el estudiante incorpore

- Conceptos de gestión de recursos hídricos
- Conceptos de legislación para los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Elementos necesarios para incorporar en los estudios de impacto ambiental y planes de gestión ambiental,
- Incorpore conceptos de manejo sustentable y protección de cuencas.

Se realizará un trabajo Práctico grupal donde se desarrollarán y constatarán la adquisición de las capacidades de aplicación de normas y consideraciones de gestión ambiental.

## Bibliografía

- Aguilar Alcerreca, J. (1989). *Hidráulica fluvial*.. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/72154>
- ASCE Workshop on Engineering Methods for Precipitation under a Changing Climate (2017: Reston, Va.), and American Society of Civil Engineers. Committee on Adaptation to a Changing Climate.
- Basile, P. (2018). Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales. UNR Editora. ISBN 978-987-702-257-5.
- Bouwer. (1978) Groundwater Hydrology. Mc. Graw Hill.
- Cadavid R, J. ( 2020) Hidráulica de canales: fundamentos. SBN:9789588281285, 9588281288
- Custodio, E y Llamas M.R (1996). Hidrología Subterránea Tomo I y II, 2ra. Edición corregida-. - Ed. Omega - 9788428204477
- Chow, V. T. (1994). Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Diana
- Chow, V.T. Maidment, D.R. y Mays, L.W. (1994) Hidrología Aplicada. Mc. Graw Hill.
- French, R. (1988) Hidráulica de los canales abiertos. Mc. Graw Hill.
- Hydroclimatology and Engineering Adaptation. (2020). Engineering Methods for Precipitation Under a Changing Climate. Edited by J. Rolf Olsen and Kelcy Takahashi

- Adamec. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers. ISBN: 0784482756, 9780784482759
- Linsley, Kohler y Paulus. (1986) Hidrología para ingenieros. Mc. Graw Hill. 2da Edición.
  - Martínez Alfaro, P. E. (2008). Fundamentos de hidrogeología.. Mundi-Prensa. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/35837>
  - Ochoa Rubio, T. (2017). *Hidrología hidráulica y socavación en puentes..* Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/127355>
  - Río San José, J. D. (2010). Tratamiento de datos espaciales en hidrología.. Bubok Publishing S.L. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/55605>
  - Sahuquillo, A. Cassiraga, E. (II.) & Abel, S. (II.). (2010). Modelos de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.. Instituto Geológico y Minero de España. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/52596>
  - Torres Palacio, A. F. & Sandoval Arenas, S. (2015). Avances en hidrología urbana.. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/69553>
  - Tucci, C. (2020) Hidrologia: Ciência e Aplicação. Volume: 4.Edição: 1ª edição: 1993; 4ª ed. 9ª reimpressão: 2020. Editora: Editora da UFRGS / ABRH. ISBN: 978-85-7025-924-0
  - U.S. Army Corps of Engineers. (2020) HEC – HMS. Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center. USA.
  - U.S. Army Corps of Engineers. Manual. HEC-HMS (2016). Hydrologic Modeling Systems. Hydrologic Engineering Center, USA.