

Asignatura: **Estática**

Código:	RTF	8
Semestre: Tercero	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	32

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Física 1

Contenido Sintético:

- Principios fundamentales de la Estática.
- Estática de las Partículas.
- Estática de Cuerpos Rígidos.
- Fuerzas. Fuerzas Distribuidas. Centroides y Centros de Gravedad.
- Tipologías Estructurales. Equilibrio. Esfuerzos Internos.
- Principio de los Trabajos Virtuales.

Competencias Genéricas:

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas Ingeniería Civil:

CE1.1.: Comprender, analizar y controlar las propiedades físicas y químicas, así como las condiciones de uso racional de los materiales de construcción aplicados a obras de ingeniería y arquitectura.

CE1.2.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas y dinámicas.

CE1.5.: Comprender y aplicar las herramientas para analizar y resolver estructuras laminares.

CE1.12.: Proyectar, calcular, dirigir, construir y mantener estructuras metálicas, de madera y de hormigón armado, según la normativa vigente.

CE1.13.: Proyectar, calcular, dirigir, construir, mantener y rehabilitar las estructuras de fundación para obras civiles y de arquitectura, incluidas sus obras complementarias, según la normativa vigente.

Competencias Específicas Ingeniería Ambiental:

CE1.1.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas.

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

CE1.7.: Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.

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.

CE2.3.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar la construcción de obras para la remediación de pasivos ambientales, tales como los provenientes de canteras, actividad minera y las obras propias de la ingeniería ambiental.

Presentación

Estática es una asignatura común a todas las carreras de Ingeniería, constituye una pieza fundamental en el desarrollo del análisis de estructuras bajo la acción de distintos tipos de cargas y, además, sirve de sustento para las siguientes asignaturas del área de estructuras de las distintas carreras de Ingeniería. El desarrollo de la asignatura comienza por enunciar y establecer los principios fundamentales, sobre los cuales estarán basados todos los desarrollos teóricos de la materia. Una vez establecidos los principios fundamentales, se avanza sobre, tal vez, una de las partes fundamentales de la materia y la cual será utilizada en el resto de las materias del área de estructuras. Esto es, el planteo de las condiciones que deben cumplirse para que una estructura se encuentre en equilibrio estático, estas condiciones primeramente son planteadas para partículas y cuerpos rígidos sencillos, para luego ser aplicadas a distintas tipologías estructurales típicas de obras civiles. Finalmente, se prosigue con la determinación de los esfuerzos internos que se desarrollan en las distintas tipologías estructurales, los cuales serán fundamentales para los procesos de diseño que se abordarán en las materias de diseño. El cierre de la asignatura se realiza

analizando técnicas energéticas que permiten la resolución de problemas con cargas móviles. La asignatura tiene un carácter eminentemente práctico y de aplicación, lo cual le imprime un dinamismo muy ameno para el estudiante. Se espera que el estudiante pueda, una vez comprendidos los aspectos principales de la asignatura, desarrollar estrategias que le permitan resolver problemas estáticos en distintas tipologías estructurales.

Contenidos

Principios fundamentales de la Estática

Esquema general de las distintas ramas de la Física. La mecánica y la Estática. Conceptos y Principios fundamentales de la estática. Escalares y vectores: unidades, sistemas de medición, escalas.

Estática de las Partículas

Fuerzas en el plano. Resultante de un sistema de fuerzas. Descomposición de una fuerza en sus componentes. Componentes rectangulares de una fuerza. Equilibrio de una partícula. Diagrama de Cuerpo Libre. Fuerzas en el espacio. Componentes rectangulares de una fuerza en el espacio. Equilibrio de una partícula en el espacio.

Estática de Cuerpos Rígidos

Fuerzas externas e internas. Principio de transmisibilidad. Fuerzas equivalentes. Momento de una fuerza con respecto a un punto y a un eje dado. Teorema de Varignon. Componentes rectangulares del momento de una fuerza. Momento de un par. Descomposición de una fuerza en una fuerza y un par. Reducción de un sistema de fuerzas a una fuerza y un par. Sistemas equivalentes de fuerzas. Equilibrio de un cuerpo rígido. Reacciones en puntos de apoyo y conexiones para una estructura 2D y 3D.

Fuerzas Puntuales y Distribuidas. Centroides y Centros de Gravedad

Centro de gravedad de un cuerpo bidimensional y tridimensional. Centroides de áreas, líneas y volúmenes. Primeros momentos de áreas, líneas y volúmenes. Placas, alambres y volúmenes compuestos. Determinación de centroides por integración. Teoremas de Pappus-Guldinus. Cargas distribuidas en vigas. Fuerzas sobre superficies sumergidas.

Tipologías Estructurales. Equilibrio. Esfuerzos Internos

Reticulados: Hipótesis, Método de los Nudos y Método de Ritter. Cables: Fuerzas concentradas y distribuidas, cables como elementos de sujeción de estructuras isostáticas. Pórticos Planos: Definición, determinación y trazado de los esfuerzos internos. Relaciones entre la carga, el esfuerzo de corte y el momento flector. Emparrillados planos: Definición, determinación y trazado de esfuerzos internos. Relación entre los pórticos planos y emparrillados planos.

Principio de los Trabajos Virtuales

Trabajo de una fuerza y de un par de fuerzas. Principio de los Trabajos Virtuales: Aplicaciones del principio del trabajo virtual en estructuras isostáticas simples. Líneas de influencia de reacciones y esfuerzos internos: Trazado de líneas de influencia por el principio de trabajos virtuales.

Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se sustenta en clases teórico-prácticas. Se utiliza la estrategia de “aula invertida”, la cual requiere que los estudiantes vean el tema de la clase presencial previo a la misma, ya sea utilizando el material impreso o clases pregrabadas. En las clases presenciales las estrategias de enseñanza seleccionadas para llevar adelante la propuesta son: exposición dialogada y resolución de problemas. Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico obligatorio. Los estudiantes al haber tenido una primera lectura del material bibliográfico antes de la clase, permite un avance más fluido y una discusión de las hipótesis presentadas y los conceptos desarrollados. Adicionalmente, dentro del material bibliográfico, los alumnos disponen de ejercicios resueltos con complejidad creciente en cada tema, que les permiten afianzar los contenidos teóricos-prácticos desarrollados. Los alumnos deben resolver trabajos prácticos, los cuales favorecen el proceso de capacitación, de auto evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a: i) resolver ejemplos estándar que refuercen aspectos básicos; ii) resolver ejemplos que requieran utilizar conceptos de mayor abstracción e impliquen la aplicación de los conceptos e ideas desarrolladas; iii) responder preguntas conceptuales que afianzan los conceptos fundamentales utilizados en la materia.

Evaluación

La evaluación se realizará a través de parciales a lo largo del semestre y la realización de actividades prácticas. Durante el desarrollo y evaluación de las actividades, el docente a cargo de las mismas evaluará el desempeño y desarrollo de competencias.

- Los alumnos tendrán que elaborar un conjunto (4) de trabajos prácticos durante el cursado de la materia. Los trabajos serán grupales o individuales. Los alumnos podrán autoevaluarse a partir de conocer resultados parciales y tendrán siempre la posibilidad de concurrir a horarios de consulta en caso de no obtener los resultados correctos. Los alumnos al finalizar cada práctico deberán expresar algunas conclusiones sobre el mismo. Deberán presentar el 80% de los mismos en tiempo y forma. Eventualmente se realizará la presentación oral de trabajos prácticos en grupos.
- Dos Parciales con evaluación combinada de: teórico y práctico, el primero mediante el desarrollo de preguntas teóricas y el segundo mediante resolución de ejercicios. Las fechas de los parciales se anuncian con el cronograma de clases, disponible desde el 1^{er} día de clases. Los exámenes parciales se califican en una escala de 1 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo del 60% del contenido del parcial.
- Un coloquio final integrador en el que alumnos demuestren el conocimiento de las hipótesis utilizadas, las consecuencias de ellas, los desarrollos teóricos correspondientes y las bases para la aplicación a problemas prácticos.

Condiciones de aprobación

- Requisitos de promoción:
 1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas,
 2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma,
 3. 2 parciales aprobados, una sola recuperación posible,
 4. coloquio integrador aprobado, una recuperación posible.
- Nota final: promedio de las notas de los parciales y el coloquio integrador.

• Requisitos para regularizar:

1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas,
2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma,
3. 1 parcial aprobado, una sola recuperación posible.

Actividades prácticas y de laboratorio

No hay actividades laboratorio

Las actividades prácticas se realizan en forma individual o grupal.

TPN° 1- Equilibrio y Cálculo de Reacciones de Apoyo

TPN° 2- Cables y Reticulados

TPN° 3- Pórtico Plano y Emparrillado Plano

TPN° 4- Trabajos Virtuales y Líneas de Influencia

Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

Desagregado de Competencia:

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

CG1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.

CG1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.

CG1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.

CG1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.

CG1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.

CG1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

CG1.d. Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.

CG1.d.2. Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.

CG1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.

CG1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.

Resultados de Aprendizaje:

- Conoce y domina los principios fundamentales de la estática.
- Reconoce hipótesis planteadas y sus limitaciones.
- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías

estructurales analizadas.

- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

Desagregado de Competencia:

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

CG4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

CG4.a.2. Ser capaz de 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.b. Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y Herramientas.

CG4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.

CG4.b.3. Ser capaz de combinarlas y/o producir modificaciones de manera que optimicen su utilización.

Resultados de Aprendizaje:

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Utiliza en forma apropiada el Método de los Nudos para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma apropiada el Método de Ritter para la resolución de problemas de reticulados.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

Desagregado de Competencia:

CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

CG7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio.

CG7.a.5. Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.

CG7.b. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

CG7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.

CG7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.

CG7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).

CG7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

CG7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.

Resultados de Aprendizaje:

- Realiza apropiadamente los Trabajos Prácticos.
- Expresa los resultados de las distintas evaluaciones en un lenguaje técnico pertinente.
- Grafica diagramas de cuerpo libre y diagrama de esfuerzos internos en forma correcta.
- Explica apropiadamente los conceptos teóricos abordados en la materia.
- Resume apropiadamente las principales conclusiones de cada Trabajo Práctico.
- Utiliza gráficos, desarrollos matemáticos y aspectos conceptuales en forma efectiva para la explicación de los distintos conceptos desarrollados en la asignatura.
- Desarrolla respuestas precisas y concisas, a los cuestionamientos teóricos solicitados.
- Documenta en forma pertinente las determinaciones realizadas en las distintas resoluciones abordadas en la asignatura.

Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Civil:

CE1.1.: Comprender, analizar y controlar las propiedades físicas y químicas, así como las condiciones de uso racional de los materiales de construcción aplicados a obras de ingeniería y arquitectura.

CE1.1.1. Ser capaz de comprender todas las propiedades físicas involucradas en Estática de Partículas.

CE1.1.2. Ser capaz de comprender todas las propiedades físicas involucradas en Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.1.3. Ser capaz de analizar la interacción de los distintos conceptos físicos en la resolución de problemas de Estática.

Resultados de Aprendizaje:

- Conoce y domina los conceptos fundamentales de la estática.
- Conoce y domina los principios fundamentales de la estática.
- Reconoce hipótesis planteadas y sus limitaciones.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a

- un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

CE1.2.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas y dinámicas.

CE1.2.1. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Partículas.

CE1.2.2. Ser capaz de analizar problemas de Estática con distintos tipos de cargas aplicadas.

CE1.2.3. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.2.4. Ser capaz de calcular reacciones de apoyo para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.5. Ser capaz de calcular diagramas de esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.6. Ser capaz de aplicar el principio de trabajos virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.7. Ser capaz de calcular líneas de influencias a las distintas tipologías estructurales analizadas.

Resultados de Aprendizaje:

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Determina centroides de figuras geométricas en forma apropiada y aplica este concepto en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.5.: Comprender y aplicar las herramientas para analizar y resolver estructuras laminadas.

CE1.5.1. Ser capaz de comprender la influencia de la deformada en el planteo de las ecuaciones de equilibrio.

Resultados de Aprendizaje:

- Calcula estructuras de cables bajo diferentes tipos de cargas en forma apropiada.

CE1.12.: Proyectar, calcular, dirigir, construir y mantener estructuras metálicas, de madera y de hormigón armado, según la normativa vigente.

CE1.12.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente el equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.13.: Proyectar, calcular, dirigir, construir, mantener y rehabilitar las estructuras de fundación para obras civiles y de arquitectura, incluidas sus obras complementarias, según la normativa vigente.

CE1.13.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente el equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Ambiental:

CE1.1.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas.

CE1.1.1. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Partículas.

CE1.1.2. Ser capaz de analizar problemas de Estática con distintos tipos de cargas aplicadas.

CE1.1.3. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.1.4. Ser capaz de calcular reacciones de apoyo para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.5. Ser capaz de calcular diagramas de esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.6. Ser capaz de aplicar el principio de trabajos virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.7. Ser capaz de calcular líneas de influencias a las distintas tipologías estructurales analizadas.

Resultados de Aprendizaje:

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Determina centroides de figuras geométricas en forma apropiada y aplica este concepto en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

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

CE1.3.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.7.: Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.

CE1.7.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

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.

CE2.1.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE2.3.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar la construcción de obras para la remediación de pasivos ambientales, tales como los provenientes de canteras, actividad minera y las obras propias de la ingeniería ambiental.

CE2.3.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

Resultados de Aprendizaje:

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de

- esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

Bibliografía

- Beer, Johnston y Mazurek. “Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática”. Editorial Mc Graw Hill, Méjico DF, Méjico, 2013.
- Fliess. “Estabilidad I”. Editorial Kapelusz, Buenos Aires, Argentina, 1970.
- Hibbeler, R. C. “Ingeniería Mecánica: Estática”. Pearson Prentice Hall, Méjico DF, Méjico, 2013.
- Warnholtz y Ochat. “Apuntes de Clases: Estática”. Córdoba, Argentina, 2013.

Asignatura: **Hidrología y Procesos Hidráulicos**

Código:	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: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

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, resaltos 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

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)
Capacidad de Análisis (20 %)	Demuestra totalmente	Demuestra la capacidad de análisis satisfactoriamente	Demuestra la capacidad de análisis parcialmente	Demuestra la capacidad de análisis escasamente
Capacidad de identificar los elementos de diseño (20%)	Demuestra totalmente	Demuestra satisfactoriamente	Demuestra parcialmente	Demuestra escasamente
Resultados numéricos de cálculo y coherencia con los datos y lo que se calcula (40%)	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.

Asignatura: **Ingeniería Sanitaria**

Código:	RTF	7 / 7.5
Semestre: Noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	36

Departamento: Hidráulica

Correlativas Ingeniería Civil:

- Química
- Hidrología y Procesos Hidráulicos

Correlativas Ingeniería Ambiental:

- Fundamentos de Ingeniería Ambiental
- Hidrología y Procesos Hidráulicos

Contenido Sintético:

- Caracteres de las aguas naturales. Enfermedades transmisibles por el agua.
- Cantidad de agua de consumo. Fuentes de provisión, obras de aprovechamiento.
- Obras de captación y conducción de las aguas.
- Potabilización de las aguas.
- Desinfección de las aguas. Redes de Distribución de Agua.
- Recolección y tratamiento de líquidos cloacales.
- Saneamiento Rural.
- Desagües pluviales urbanos.
- Conservación y explotación de los servicios sanitarios.
- Gestión y tarifas de los servicios sanitarios.

Competencias Genéricas:

CG2 Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

CG3 Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

CG6 Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

CG8 Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

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.

CE1.10 Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para la captación, tratamiento, conducción y distribución de agua potable, líquidos cloacales y pluviales urbanos y rurales.

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.

CE2.3 Identificar y aplicar la legislación nacional vigente, en relación con las obras civiles y de arquitectura, obras complementarias, de almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases.

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.

CE5.5: Verificar la condición de uso o estado de lo concerniente a obras e instalaciones en el ámbito de la ingeniería civil.

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.

CE1.7: Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.

CE1.9: Calcular y representar planialtimétricamente el terreno y las obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes, a partir del manejo de instrumentos y técnicas de medición.

CE 1.10: Realizar las mediciones y cálculos para el replanteo planialtimétrico de obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes.

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.

CE2.5: Realizar las mediciones, cálculos y representaciones planialtimétricas del terreno y de las obras e instalaciones de saneamiento ambiental e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.

CE2.6: Realizar las mediciones y cálculos para el replanteo planialtimétrico de obras e instalaciones de saneamiento ambiental e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.

CE3.1: Certificar el funcionamiento y condición de uso o estado de obras e instalaciones de saneamiento ambiental.

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.

CE6.1: Identificar niveles de contaminación de los factores ambientales, en relación con los riesgos para la salud e impactos ambientales negativos.

CE6.3: Aplicar herramientas para la mejora continua de los sistemas de gestión medioambiental.

CE6.4: Identificar elementos y aplicar modelos que permitan generar estrategias de disminución de riesgos para la salud e impactos ambientales negativos, considerando los efectos propios del cambio climático.

CE7.2: Desarrollar, dirigir y certificar proyectos de prevención de impactos ambientales.

CE9.1: Implementar medidas de higiene y seguridad en el desempeño de la actividad profesional propia de la ingeniería ambiental.

CE9.2: Identificar y aplicar la legislación nacional vigente en relación con la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería ambiental.

Presentación

La ingeniería sanitaria es una asignatura fundamental dentro de la carrera de ingeniería civil y ambiental, encargada de abordar los aspectos relacionados con el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras y sistemas destinados a garantizar la calidad y seguridad del agua potable, el saneamiento, el drenaje urbano y la gestión de residuos. Esta materia se destaca por su importancia crítica en el bienestar y la salud de la sociedad, así como por su estrecha relación con otras disciplinas y áreas de la ingeniería. Estos aspectos son fundamentales para mantener un entorno saludable y sostenible en las comunidades.

La importancia de la ingeniería sanitaria en la carrera del ingeniero civil y ambiental radica en su impacto directo en la salud y el bienestar de las personas. El acceso a agua potable segura y a un sistema de saneamiento adecuado son factores clave para prevenir enfermedades y promover la calidad de vida en las comunidades. Además, la gestión eficiente de los residuos sólidos contribuye a la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación.

Otra característica relevante es su transversalidad con otras disciplinas y áreas de la ingeniería. La resolución de problemas en este campo requiere conocimientos en hidrología, tratamiento de aguas, diseño de redes de distribución, sistemas de alcantarillado, tecnologías de tratamiento de aguas residuales, gestión de residuos y legislación ambiental, entre otros. Esto implica que los ingenieros que se dediquen a esta área del saber deben colaborar estrechamente con profesionales de diferentes disciplinas lo que amplía su perspectiva y enriquece su capacidad de trabajo en equipo.

La asignatura Ingeniería Sanitaria se ubica en el noveno cuatrimestre (con re dictado en el décimo) del plan de estudios de la carrera Ingeniería Civil y de Ingeniería Ambiental. La metodología de su dictado interrelaciona los conceptos de las materias correlativas e introduce las tecnologías propias del área y sus principios de funcionamiento de forma práctica y didáctica siguiendo las distintas etapas que conforman un sistema sanitario. Se transmiten los conocimientos básicos y generales sobre los caracteres de las aguas naturales, la provisión de agua potable, los caracteres de los líquidos cloacales, el control de los desagües cloacales y pluviales urbanos, el control de los efluentes rurales y la conservación y explotación de los servicios sanitarios, para que mediante la aplicación de los mismos se preserve la salud humana y se mejore la calidad de vida. En cada instancia se incorporan las nuevas tecnologías como así también los modelos computacionales que le permiten a los ingenieros realizar

Los trabajos prácticos propuestos en la asignatura permiten al estudiante adentrarse en la resolución de situaciones problemáticas características de la disciplina, brindándole la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos. En estos trabajos, se exploran los factores que influyen en cada sistema y se proponen diferentes alternativas con el objetivo de tomar decisiones informadas y encontrar la solución más eficiente para el problema planteado.

Contenidos

1 - Caracteres de las Aguas Naturales. Enfermedades Transmisibles por el Agua.

Objetivos y alcances de la Ingeniería Sanitaria. La Ingeniería Sanitaria, concepto, objetivos, alcances, relaciones con otras especialidades. Reseña del desarrollo de la Ingeniería Sanitaria desde los primeros tiempos hasta la actualidad. Incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida. Higiene pública. Higiene privada. Influencia demográfica. Caracteres de las aguas naturales, generalidades. Caracteres físicos, químicos y microbiológicos. Principales enfermedades hídricas. Tomas de muestras.

2- Cantidad de agua de consumo.

Cantidad de agua de consumo, recopilación de antecedentes, aprovechamiento de las aguas naturales. Fuentes de provisión, obras de aprovechamiento de las aguas naturales. Coordinación de usos y prioridades. Parámetros utilizados en los diseños de sistemas de provisión de agua. Pérdidas y derroches.

3 - Obras de captación y conducción de las aguas: superficial, subterránea y subálvea.

Captación de aguas subálveas, calidad, movimiento de aguas subterráneas. Obras de captación, distintos tipos. Pozos y perforaciones. Columna estratigráfica. Diseño de las perforaciones. Caños y accesorios para la captación. Aislamiento de capas. Cálculo de filtros. Aforos. Cálculo y determinación de los sistemas de bombeo y su equipamiento. Captación de aguas superficiales, generalidades, criterios de selección. Distintos tipos de captación según la fuente. Obras de toma, profundidades y velocidades, condiciones a cumplir. Conducción de las aguas, acueductos. Estudios preliminares. Trazado, proyecto y cálculo del diámetro más económico, elementos más importantes a tener en cuenta. Diferentes tipos de cañerías, condiciones que deben satisfacer. Obras especiales, accesorios.

4- Potabilización de las aguas.

Potabilización de las aguas, generalidades sobre plantas de tratamiento. Distintos procesos, coagulación, floculación, sedimentación, filtración. Tanque elevado, almacenamiento, conducciones. Perfil hidráulico. Obras complementarias. Instalaciones de reserva, utilidad y finalidad. Emplazamiento. Distintos tipos, características de las instalaciones, materiales empleados y accesorios. Cálculo de la capacidad. Torres tanques. Tanques hidroneumáticos

5- Desinfección de las aguas.

Redes de Distribución de Agua: Desinfección, distintos elementos y sistemas que se utilizan. Prácticas más comunes que se emplean. Desinfección de emergencia, de pozos, de redes distribuidoras y de natatorios. Características de una sala de cloración. Redes de distribución. Distribución de las aguas, introducción. Sistemas de distribución, parámetros de diseño, métodos de cálculo. Elementos integrantes de una red. Conexiones domiciliarias. Construcción y desinfección de la red.

6- Recolección y tratamiento de líquidos cloacales.

Composición y características del líquido cloacal, generalidades. Caracterización del líquido cloacal. Determinaciones biológicas. Ciclo aerobio y anaerobio. Redes colectoras cloacales, objeto. Etapas de diseño. Materiales de las cañerías. Instalaciones complementarias. Hidráulica de la circulación. Metodología de proyecto. Bombeo de líquidos cloacales –

Estaciones elevadoras – Tipos de estaciones – Pozo de aspiración – Detalles – Instalaciones accesorias. Plantas depuradoras de líquidos cloacales, generalidades, elementos a considerar en el diseño. Ubicación. Distintos sistemas de depuración. Lagunas de estabilización. Elementos componentes, principios básicos de funcionamiento y cálculo

7- Saneamiento rural

Saneamiento rural, introducción. Cámaras sépticas, distintos tipos, principios de funcionamiento, diseño, materiales para su construcción. Pozos absorbentes, pruebas de infiltración. Zanjas de absorción y depuradoras. Filtros superficiales y sub-superficiales de arena.

8- Desagües pluviales urbanos.

Desagües pluviales urbanos, objetivos. Grados de protección. Período de retorno, límites de inundación. Planificación y diseño. Lluvias, lluvia de cálculo, tiempo de concentración, intensidad-duración-frecuencia. Cuencas de aporte. Coeficiente de escurrimiento. Caudales. Componentes de una red.

9- Desagües Industriales

Reglamentación y legislación – Desechos -Tipos – Estudios preliminares – Condiciones físicas, químicas y bacteriológicas de las descargas – Cálculo de los caudales – Población equivalente – Pretratamiento – Tratamiento físico, químico y biológico- Diseño de los elementos- Disposición final.

10- Conservación y explotación de los servicios sanitarios

Conceptos de conservación y explotación de los servicios sanitarios. Funciones primarias y secundarias. Conservación de redes de agua; de redes colectoras; de plantas potabilizadoras; de plantas depuradoras. Capacitación del personal. Medidas de seguridad.

11- Tarifas de los servicios sanitarios.

Concepto básico de tarifa. Clases de consumidores. Cargo inicial y global. Precio unitario. Influencia del tipo de fuente y cantidad de agua disponible. Demanda de flujos máximos. Servicio cloacal combinado o único. Tipos de usuarios. Determinación del costo de explotación y reposición de equipos. Inversiones futuras. Factores que influyen en la estructura de costos.

Metodología de enseñanza

- A. **MODALIDAD DE CLASES.** Teniendo en cuenta la experiencia con el campus virtual se han dejado incorporadas las clase grabadas, con lo cual los estudiantes tienen la posibilidad de escucharla previamente, quedando la actividad áulica para las dudas, remarcar los conceptos principales y desarrollar casos ad-hoc; estos deja tiempo para que a los trabajos prácticos se puedan desarrollar parcialmente en horario de clase con la ventaja que están los docentes disponibles para asistir las consultas de los grupos, ya que es realmente cuando se presentan las dudas en ocasión de plantear el desarrollo del trabajo práctico (**se hace sobre una localidad real**). En el lev también hay artículos periodísticos, filmaciones, fotografías, vinculadas con la temática.

B. **VISITAS.** Se planifican cuatro durante el semestre, teniendo en cuenta que sean posterior a que el respectivo tema sea visto en clase para el mejor aprovechamiento estando sujetos a la disponibilidad de las Empresas y/o Organismos que puedan recibir a los estudiantes, teniendo como criterio que sean sistemas en operación. Se visita a:

- Planta Potabilizadora con guías específicos al nivel de los estudiantes, observando todos los procesos de potabilización, sala de control y operaciones específicas (Ej. lavado de un filtro).
- Empresa prestadora de servicios de saneamiento en donde se puedan ver los accesorios de redes distribuidoras/colectoras en donde se muestran cañerías de distintos materiales y diámetros como así también despieces de accesorios (hidrantes, válvulas, etc.).
- Planta Depuradora (E.D.A.R.) con guías específicos al nivel de los estudiantes, observando todos los procesos en el tratamiento de efluentes y de los lodos.
- Establecimiento dedicado a la fabricación de tuberías, accesorios, equipos, elementos de maniobra operación y control de cualquier material y tipología aplicable en la Ingeniería Sanitaria.

Evaluación

C. **EVALUACIONES.** La modalidad es en la *evaluación continua* dada por:

- El desarrollo de los trabajos prácticos (planteo de proyectos en localidades reales) los cuales se entregan con un coloquio grupal, se incluyen también la evolución según las consultas a los docentes.
- El desarrollo de dos trabajos prácticos de laboratorio.
- Dos exámenes parciales teóricos-prácticos (con uno de recuperación) la aprobación es según lo contemplado en la reglamentación vigente.

Condiciones de aprobación

1.- Para poder cursar la asignatura, los estudiantes deberán al comienzo del cuatrimestre estar inscriptos en el Guaraní, haber cumplimentado las exigencias de la Facultad (Res. N° 154-H.C.D.-2002, Res. 907-A-2002, Res. 114-H.C.D.-2003 y 680-H.C.D.-2006) T-2006 – “Régimen de Alumnos” referentes a matriculación en Despacho de Alumnos.

2.- Es obligatoria la asistencia de los estudiantes a las clases teórico-prácticas, siendo optativa a las visitas técnicas programadas por la Cátedra. Se exigirá:

- Asistencia mínima del ochenta por ciento (80%) de las clases previstas
- Tener aprobada la carpeta de Trabajos Prácticos.

3.- Para la realización de los trabajos prácticos, se formarán grupos compuestos por un mínimo de 3 y un máximo de 5 estudiantes cada uno. Cada grupo efectuará los trabajos prácticos desarrollando una Carpeta en original, denominada Carpeta Grupal.

4.- Serán considerados como REGULARES, aquellos que cumplan con los siguientes requisitos:

- a) Hayan aprobado los dos Coloquios de Trabajos Prácticos.
- b) Hayan cumplimentado con la asistencia establecida en el punto 2 de las presentes Normas.
- c) Hayan aprobado uno de los exámenes parciales teórico – práctico.
- d) Tengan la Carpeta Grupal aprobada por la Cátedra.

5.- Para la PROMOCIÓN de la Asignatura es imprescindible satisfacer la siguiente exigencia que se agrega a las de la Regularidad:

- Obtener una calificación promedio no inferior a 4 (cuatro) puntos, considerando las evaluaciones aprobadas (incluyendo la evaluación de Recuperación) y el desempeño en los coloquios.

Actividades prácticas y de laboratorio

TRABAJOS PRÁCTICOS:

- Redes: distribuidora de agua y colectores de efluentes cloacales: con la normativa que los distintos entes y/o empresas solicitan para la presentación y/o aprobación de estos proyectos.
- Desarrollo de Trabajos Prácticos en el Laboratorio de Hidráulica:
 - a) Determinación de la curva H/Q de una bomba;
 - b) Sedimentación simple y acelerada.

Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje.

Competencias Genéricas:

CG2 Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

CG3 Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

Resultados de aprendizaje

1. Interpretar diversos problemas propuestos vinculados a la ingeniería sanitaria: conducción y distribución de agua potable, líquidos cloacales y pluviales urbanos y rurales.
2. Identificar los elementos componentes de obras de ingeniería sanitaria.
3. Identificar los factores que influyen en el diseño de obras de ingeniería sanitaria.
4. Generar alternativas de solución, según los factores que influyen en el diseño de obras de ingeniería sanitaria.
5. Seleccionar la mejor alternativa, desde el punto de vista técnico y económico, para dar solución al problema de estudio.

6. Justificar las decisiones tomadas en relación con el diseño de obras de ingeniería sanitaria, a partir de la evaluación y selección de las alternativas de solución.
7. Emplear adecuadamente los recursos gráficos para plasmar la materialización de los sistemas constructivos propuestos.
8. Identificar y caracterizar a partir de legajos gráficos y de visitas a obras, los elementos propios de obras de ingeniería sanitaria.
9. Reconocer los procesos de aplicación en obras de ingeniería sanitaria.
10. Seleccionar en forma correcta los procedimientos de aplicación en obras de ingeniería sanitaria.
11. Diseñar en forma apropiada los elementos constitutivos de obras de ingeniería sanitaria.
12. Emplear adecuadamente herramientas informáticas para el diseño de los elementos propuestos.
13. Emplear adecuadamente los recursos gráficos para plasmar la materialización del sistema constructivo propuesto.
14. Explicar en forma correcta los procesos diseñados.

CG6 Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Resultados de aprendizaje

1. Identificar los objetivos de trabajo del grupo.
2. Organiza las tareas a desarrollar por el grupo.
3. Escucha activamente las propuestas del resto de los integrantes del grupo.
4. Asumir el rol asignado en el grupo.
5. Expresar su opinión en forma clara.
6. Permitir la participación del resto de los integrantes del grupo.
7. Respetar el rol asignado por el grupo para el desarrollo de las tareas.

CG8 Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Resultados de aprendizaje

1. Identificar la importancia de la asignatura como un elemento igualador a nivel social.
2. Asumir el compromiso que deberán realizar como profesionales vinculados a la actividad de la ingeniería sanitaria.
3. Comprender las implicancias del accionar de la ingeniería sanitaria sobre el medio ambiente.
4. Interpretar los cambios ambientales y sociales que de forma continua requieren de la revisión y la actualización de los conocimientos adquiridos

Competencias Específicas desagregadas para Ingeniería Civil:

1. CE 1.3 Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.
2. CE 1.10 Realizar las mediciones y cálculos para el replanteo planialtimétrico de obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes.
3. CE1.11: Planificar, proyectar, dirigir, construir y mantener obras hidráulicas, tales como obras de saneamiento rural, obras fluviales, obras de arte de proyectos viales,

y aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico tales como obras de captación.

4. CE 1.18. 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.
5. CE 2.3 Identificar y aplicar la legislación nacional vigente, en relación con las obras civiles y de arquitectura, obras complementarias, de almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases.
6. CE 5.4 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.
7. CE 5.5: Verificar la condición de uso o estado de lo concerniente a obras e instalaciones en el ámbito de la ingeniería civil.

Resultados de aprendizaje

1. Identificar los parámetros que intervienen en el diseño de obras de ingeniería sanitaria.
2. Determinar el valor de los parámetros de diseño.
3. Diseñar en forma apropiada una red de recolección de líquidos cloacales y la cloaca máxima.
4. Diseñar en forma apropiada un sistema de drenaje urbano.
5. Proponer sistemas de recuperación y disposición de efluentes cloacales comprendiendo sus restricciones y requisitos normativos.
6. Diseñar en forma apropiada los elementos constitutivos de una planta depuradora de líquidos cloacales.

Competencias Específicas desagregadas para Ingeniería Ambiental:

1. **CE 1.2** 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.
2. **CE 1.3** Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.
3. **CE 1.7** Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.
4. **CE 1.9** Calcular y representar planialtimétricamente el terreno y las obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes, a partir del manejo de instrumentos y técnicas de medición.
5. **CE 1.10** Realizar las mediciones y cálculos para el replanteo planialtimétrico de obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes.

Resultados de aprendizaje

1. Reconocer las variables físicas, químicas y bacteriológicas necesarias para el desarrollo de proyectos de ingeniería sanitaria. Identificar la importancia relativa de las mismas y las formas de determinarlas.

2. Diseñar en forma apropiada obras de captación y conducción de agua cruda o potable.
 3. Seleccionar el procedimiento adecuado para la depuración de efluentes cloacales.
 4. Justificar las decisiones tomadas en relación con el diseño de obras de ingeniería sanitaria, a partir de la evaluación y selección de las alternativas de solución.
 5. Proponer sistemas de recuperación y disposición de efluentes cloacales comprendiendo sus restricciones y requisitos normativos.
 6. Diseñar en forma apropiada los elementos constitutivos de una planta depuradora de líquidos cloacales. Reconocer las particularidades constructivas de cada caso.
 7. Proyectar de acuerdo con la normativa vigente las unidades que integrarán los sistemas de tratamiento.
 8. Emplear adecuadamente los recursos gráficos para plasmar la materialización de los proyectos.
 9. Diseñar en forma apropiada una red de recolección de líquidos cloacales y la cloaca máxima.
-
6. **CE 2.1** 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.
 7. **CE 2.2** Diseñar, calcular, operar, mantener y controlar las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.
 8. **CE 2.5** Realizar las mediciones, cálculos y representaciones planialtimétricas del terreno y de las obras e instalaciones de saneamiento ambiental e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.
 9. **CE 2.6** Realizar las mediciones y cálculos para el replanteo planialtimétrico de obras e instalaciones de saneamiento ambiental e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.

Resultados de aprendizaje

1. Reconocer las variables físicas, químicas y bacteriológicas necesarias para el desarrollo de proyectos de ingeniería sanitaria. Identificar la importancia relativa de las mismas y las formas de determinarlas.
2. Diseñar en forma apropiada obras de captación y conducción de agua cruda o potable.
3. Seleccionar el procedimiento adecuado para el tratamiento de potabilización, así como las técnicas y procedimientos para situaciones de emergencia sanitaria.
4. Dimensionar instalaciones de reserva para plantas potabilizadoras, municipios y urbanizaciones.
5. Justificar las decisiones tomadas en relación con el diseño de obras de ingeniería sanitaria, a partir de la evaluación y selección de las alternativas de solución.
6. Diseñar en forma apropiada los elementos constitutivos de una planta potabilizadora. Reconocer las particularidades constructivas de cada caso.
7. Proyectar de acuerdo con la normativa vigente las unidades que integrarán los sistemas de tratamiento.
8. Emplear adecuadamente los recursos gráficos para plasmar la materialización de los proyectos.
9. Diseñar en forma apropiada un sistema de drenaje urbano considerando cada uno de sus elementos (cunetas, bocas de tormenta, colectores...).

10. **CE 3.1** Certificar el funcionamiento y condición de uso o estado de obras e instalaciones de saneamiento ambiental.
11. **CE 3.2** Certificar el funcionamiento y condición de uso de las instalaciones para la captación, tratamiento y abastecimiento de agua.
12. **CE 3.5** 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.

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar los estándares de las normas de aplicación a las variables físico, químicas y bacteriológicas en las obras de saneamiento.
 2. Validar los parámetros de diseño de las obras de captación y conducción de agua cruda o potable.
 3. Validar los procedimientos para tratamientos de potabilización, así como las técnicas y procedimientos para situaciones de emergencia sanitaria.
 4. Verificar el diseño de instalaciones de reserva para plantas potabilizadoras, municipios y urbanizaciones.
 5. Justificar las decisiones tomadas en relación con el diseño de obras de ingeniería sanitaria, a partir de la evaluación y selección de las alternativas de solución.
 6. Verificar el diseño de los elementos constitutivos de una planta potabilizadora. Reconocer las particularidades constructivas de cada caso.
 7. Verificar con la normativa vigente los proyectos de las unidades que integran los sistemas de tratamiento.
 8. Verificar sistemas de drenaje urbano considerando cada uno de sus elementos (cunetas, bocas de tormenta, colectores...).
-
13. **CE 6.1** Identificar niveles de contaminación de los factores ambientales, en relación con los riesgos para la salud e impactos ambientales negativos.
 14. **CE 6.3** Aplicar herramientas para la mejora continua de los sistemas de gestión medioambiental.
 15. **CE 6.4** Identificar elementos y aplicar modelos que permitan generar estrategias de disminución de riesgos para la salud e impactos ambientales negativos, considerando los efectos propios del cambio climático.

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar los estándares de las normas vigentes a las variables físico, químicas y bacteriológicas en las obras de saneamiento.
 2. Identificar los vicios operativos en obras de captación, conducción de agua cruda o potable, plantas potabilizadoras y depuradoras. Proponer sistemas de medición y control que permitan optimizar los procedimientos y mitigar las consecuencias de eventos de emergencia ambiental.
 3. Identificar la necesidad de certificaciones en los procesos de cada sistema sanitario y proponer su aplicación.
 4. Verificar con la normativa vigente los proyectos de las unidades que integran los sistemas de tratamiento.
-
16. **CE 7.2** Desarrollar, dirigir y certificar proyectos de prevención de impactos ambientales.
 17. **CE 9.1** Implementar medidas de higiene y seguridad en el desempeño de la actividad profesional propia de la ingeniería ambiental.

18. **CE 9.2** Identificar y aplicar la legislación nacional vigente en relación con la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería ambiental.

Resultados de aprendizaje

1. Identificar las causas y los efectos sobre los factores ambientales por la aplicación u omisión de la ejecución de obras de ingeniería sanitaria.
2. Cuantificar la magnitud de las consecuencias de los impactos ambientales asociados a la operación de sistemas de saneamiento y a las emergencias asociadas.
3. Identificar la necesidad de certificaciones en los procesos de cada sistema sanitario y proponer su aplicación.
4. Reconocer las medidas de higiene y seguridad necesarias tanto en la construcción como en la operación de las unidades proyectadas.
5. Verificar con la normativa vigente la operación de cada parte que integra un sistema sanitario.

Bibliografía

- Alvarez Javier y Díaz Lozada José. Depuración de Líquidos Cloacales 2019. (**)
- Araujo Hector R. Desinfección. 1990.
- Araujo Hector R. Captaciones de aguas superficiales. 1990.
- Araujo Hector R. Captaciones de aguas subterráneas. 1990.
- Araujo Hector R. Captaciones de aguas subálveas. 1990.
- Arundel John y San José González Vicente. Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. 2022
- Broadwell, Mike. A practical guide to particle counting for drinking water treatment. 2001.
- Córdoba, Argentina. Seguridad e higiene en el trabajo; ley 19.587, decreto reglamentario 351/79 modificado por: resoluciones nros. :2665/80, 523/95 y 1904/07: decretos nros.:1338/96 y 1057/03. 2010.
- Colomer Mendoza, Francisco José y Gallardo Izquierdo, Antonio. Tratamiento y gestión de residuos sólidos. 2007.
- Cortés Díaz, José María. Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo. 2012.
- De Luca Marcela y Giorgi Néstor. Cámara Argentina de la Construcción. Fondo para el Desarrollo de la Construcción. Estudio de las capacidades para el plan 2016-2025, agua potable, saneamiento y residuos sólidos urbanos. 2017.
- Elías Castells, Xavier | Altadill, Ramón | Bruno, Aína. Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. 2009.
- Fair Gordon Maskew y Geyer John Charles. Water supply and waste-water disposal. 1954.
- Fanin Victor, Fontana Guillermo, Vettulo Carolina y Araujo Héctor R. Caracteres de las aguas naturales. 2019. (**)
- Fanin Victor y Vettulo Carolina. Distribución de las aguas. 2019. (**)
- Germain L., Colas L., Rouquet J., y Fusté Munné Carmen. Tratamiento de las aguas: redes de distribución de aguas potables e industriales, alimentación de calderos de vapor y circuitos de refrigeración. 1982.
- Gil Rodríguez, Manuel. Procesos de descontaminación de aguas: cálculos informatizados avanzados. 2005.

- Gomella Cyril, Guerrée Henri y Cantó Janer Joaquín. Tratamiento de aguas para abastecimiento público. 1977.
- Grover Brian, Burnett Nicholas y McGarry, Michael. Water supply and sanitation project preparation handbook. 1983.
- Hammer Mark J. y Hammer Mark J., Jr. Water and Wastewater Technology. 2004. (*)
- Henze Mogens, van Loosdrecht Mark C. M., Ekama George A., y Brdjanovic Damir. International Water Association (Reino Unido). Biological wastewater treatment: principles, modelling and design. 2008.
- Hernández Muñoz Aurelio, Hernández Lehmann Aurelio y Galán Martínez, Pedro. Manual de depuración uralita: sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes. 2004.
- Katebi Reza, Johnson Michael A., y Wilkie Jacqueline. Control and instrumentation for wastewater treatment plants. 1999.
- Llobera, Raúl R. Tratado general de calefacción; ventilación, refrigeración, agua caliente, aire acondicionado. 1982.
- Manuel Diego Díaz Dorado. Instalaciones sanitarias y contra incendio en edificios: infraestructura sanitaria urbana. 2012
- Mariano Seoáñez Calvo. Manual de tratamiento: reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias. 2003.
- Marienhoff, Miguel S. Tratado de derecho administrativo. 1998-2010.
- Metcalf Leonard, Eddy Harrison P., Trillo Monsoriu Juan de Dios y Virto Albert, Luis. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. 1977.
- Míguez Gómez Claudio. Tratamiento del agua por procesos de membrana: principios, procesos y aplicaciones. American Water Works Association. 1998-1999.
- Miller, David W. Waste disposal effects on ground water: a comprehensive survey of the occurrence and control of ground-water contamination resulting from waste disposal practices. 1980.
- Miranda Barreras, Angel Luis. Técnicas de fontanería; reparaciones. 1992.
- Moya Gonzalo. Recopilación de información básica de los recursos hídricos del gran Córdoba. 1999.
- Nanni Vittorio y Andreu Nogués Alberto. Técnica moderna del alcantarillado y de las instalaciones depuradoras. 1972.
- Nordell Eskel y Marino Ambrossi Nicolás. Tratamiento de agua para la industria y otros usos. 1976.
- Noyola Robles Adaberto. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Alternativas de tratamiento de aguas residuales. 2000. (*)
- Nuñez Jorge A. Cámara Argentina de la Construcción. Fondo para el Desarrollo de la Construcción. Cobertura de los servicios de agua y saneamiento a nivel nacional: alternativas de financiamiento del mantenimiento, renovación y rehabilitación de la infraestructura. 2013.
- Nuñez Jorge A. y Martínez, Daniel O. Cámara Argentina de la Construcción. Fondo para el Desarrollo de la Construcción. Cobertura de los servicios de agua y saneamiento a nivel nacional: estimación de las inversiones necesarias para su expansión. 2016.
- Nuñez Jorge A. y Martínez, Daniel O. Cámara Argentina de la Construcción. Fondo para el Desarrollo de la Construcción. Alternativas de financiamiento de las inversiones en servicios de agua y saneamiento a nivel nacional. 2017.

- Organización Mundial de la Salud. Servicios públicos de evacuación de aguas residuales: informe de un Comité de expertos de la OMS. 1974.
- Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 1987 – 1998.
- Paz Maroto, José. Urbanismo y servicios urbanos. 1948.
- Petrik, Milivoj. The training of sanitary engineers; schools and programmes in Europe and in the United States. 1956.
- Porchietto Hugo, Fulginitti Fabian y Ragessi I. Matias. Planta potabilizadora. 2019. (**)
- Rader, C. Trabajos complementarios de la edificación: carpintería, instalaciones sanitarias, calefacción, ventilación e instalaciones eléctricas. 1948.
- Ramalho Rubens Sette, Jiménez Beltrán Domingo y De Lora Federico. de Tratamiento de aguas residuales. 2003.
- Rey Osvaldo. El Saneamiento en el Área Metropolitana. Período 1993-2000. “Los primeros 7 años de Aguas Argentinas”. Aguas Argentinas. 2001. (*)
- Rigola Lapeña, Miguel. Tratamiento de aguas industriales; aguas de proceso y residuales. 1990.
- Rivas Mijares, Gustavo. Tratamiento de aguas residuales. 1978.
- Rogelio Ernesto Abburrá y Rubén Darío Sbarato. El manejo de los residuos convencionales y no convencionales. 2010.
- Rodríguez Vidal, Francisco Javier. Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización. 2003.
- Ronzano Eduardo y Dapena José Luis. Tratamiento biológico de las aguas residuales. 2002.
- Rolim Mendonca Sérgio. Sistemas de Lagunas de Estabilización: cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. 2000. (*)
- Rose, Vernon E. y Cohrsen, Barbara. Patty's industrial higiene. 2011.
- Rubio Romero, Juan Carlos. Métodos de evaluación de riesgos laborales. 2004.
- Russell David L., Bonet Ruiz Jordi y Costa López José. Tratamiento de aguas residuales: un enfoque práctico. 2015.
- Seoáñez Calvo, Mariano. Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo: soluciones reales, viables, razonadas y contrastadas que ponen en evidencia la desastrosa gestión de las aguas residuales en España: mas de 3.000 depuradoras cerradas o abandonadas y sanciones de la Unión Europea por el estado de nuestros ríos. 2005.
- Sallovitz Manuel y Sallovitz Manuel J. Tratado de ingeniería sanitaria. 1944.
- Sierra Antiñolo, José y Peñalver Cámara, Luis. La reutilización de las aguas residuales: acondicionamiento y uso. 1989.
- Spellman Frank R., Drinan Joanne y Berga Celma Ana. Manual del agua potable. 2004.
- Starbuck R. M., y Verdú Pablo. Tratado de instalaciones sanitarias; manual del plomero instalador. 1946.
- Storch de Gracia, José María y Tomás García Martín. Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: fundamentos, evaluación de riesgos y diseño. 2008.
- Swiss National UNESCO commission. Urban waste: a global problem a citizen's investigation of his garbage. 1990.

- Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Oficina de Transferencia de Servicios y Tecnología. Programa de asistencia al Ente de control de la concesión de agua de la ciudad de Córdoba. 1998.
- Vettulo Carolina. Cantidad de agua de consumo. 2019. (**)
- Vettulo Carolina y Araujo Hector R. Generalidades sobre ingeniería sanitaria. 2019. (**)
- Vettulo Carolina. Conducción de las aguas. 2019. (**)
- Walski Thomas M., Chase Donald V. y Savic Dragan A. Water distribution modeling. 2001.
- Zajac Vincent, Mertodiningrat Susanto, Soewasti Susanto H., y Ludwing, Harvey F. Urban sanitation planning manual based on the Jakarta case study. 1984.
- Zepeda, Sergio. Manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias, gas, aire comprimido y vapor. 2000.

(*) Disponibles en la Biblioteca del Laboratorio de Hidráulica de la FCEFyN-UNC.

(**) Disponibles en Aula Virtual de la Cátedra.