

Asignatura: **Ingeniería Sanitaria**

Código: 10-09022	RTF	7 / 7,5
Semestre: Noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	36

Departamento: Hidráulica

Correlativas Ingeniería Civil:

- Hidrología y Procesos Hidráulicos
- Química

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: 948-HCD-2023

RES: Fecha:10/11/2023

Competencias Específicas Ingeniería Civil:

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

CE1.10 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.

CE1.10: 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 dejan 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.
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, en base a los ODS, deberán realizar como ingenieros vinculados a la actividad 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 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 físico, 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 físico, 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 uso. 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.