



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**  
**Secretaría de Posgrado**

**Carrera de Posgrado**  
**Especialización en Ingeniería Sanitaria**

**Plan de estudios: Estructurado**

**Modalidad: presencial**

**Duración: tres semestres 1525 horas totales (510 horas de actividades de interacción pedagógica y 1015 horas de trabajo autónomo del estudiante)**

**Córdoba, 2025**

# Especialización en Ingeniería Sanitaria

## 1 Fundamentación del Proyecto

La Universidad Nacional de Córdoba, por su ubicación estratégica y su proyección regional e internacional, especialmente en Latinoamérica, está en condiciones de responder a la creciente demanda de profesionales especializados en saneamiento. La creación de esta especialidad permitirá formar profesionales capacitados para afrontar los desafíos vinculados al agua potable, la recolección y tratamiento de efluentes, la gestión de residuos y la salud ambiental, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de la población.

La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba se destaca por su excelencia académica en investigación y extensión. Este proyecto está respaldado por el sólido nivel académico de la facultad y sus carreras de posgrado en ingeniería, que incluyen 5 doctorados en Ciencias de la Ingeniería, 17 maestrías y 6 especializaciones hasta la fecha.

La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, a través de sus carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y otras disciplinas, orienta sus acciones hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que comprenden 17 metas interconectadas a alcanzar para el año 2030. Estos objetivos, particularmente aquellos relacionados con la protección del medio ambiente, tienen aplicaciones directas en la interacción humana con el planeta y buscan mitigar el impacto ambiental de nuestras actividades. Esta especialización aborda específicamente varios de estos objetivos, promoviendo prácticas que reducen el impacto ambiental y fomentan la sostenibilidad. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que esta especialización aborda específicamente son: Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento; Objetivo 13. Acción por el clima; Objetivo 14. Vida submarina; y Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres. Además, se considera la reducción de desigualdades, ya que en diversas partes del mundo existen grandes dificultades para acceder a necesidades básicas como la salud, la alimentación y la reducción de la pobreza. Estos aspectos están íntimamente relacionados con el acceso al agua potable. La carrera también aporta al cumplimiento de otros objetivos, tales como el Objetivo 1: Fin de la pobreza; el Objetivo 2: Hambre cero; el Objetivo 3: Salud y bienestar; y el Objetivo 10: Reducción de las desigualdades.

La propuesta formativa de esta carrera de Especialización aborda las temáticas de la conducción y potabilización de aguas, la recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, y el manejo y tratamiento de residuos sólidos urbanos, disciplinas que definen el saneamiento básico. Esta área ha dado origen a numerosos temas para Trabajos Finales en las mencionadas carreras de grado, así como a iniciativas de extensión para la capacitación de personal en organismos públicos y privados. La Especialización en Ingeniería

Sanitaria profundiza conceptos del saneamiento básicos, que incluye acciones para reducir riesgos sanitarios, prevenir la contaminación y mejorar la salud. Sus tres pilares son: agua segura, disposición sanitaria de excretas y manejo de residuos. Esto abarca tecnologías aplicadas con enfoques técnicos, sociales, culturales y regionales.

Es de destacar que esta especialización tiene estrechos vínculos con otras disciplinas de la ingeniería como por ejemplo la electrónica, mecánica, ambiental, química, agronómica y con otras disciplinas como la arquitectura, biología y geología. Como se puede apreciar posee una concurrencia multidisciplinaria, las que sumadas brindan los aportes de sus respectivas tecnologías de manera de obtener los conocimientos necesarios para el abordaje de la temática.

El crecimiento poblacional y los nuevos estándares sanitarios, que varían según las normativas provinciales, nacionales e internacionales, plantean desafíos crecientes para la sociedad. Estos estándares incluyen la calidad del agua y los límites en los parámetros de vertido de efluentes. Los cambios medioambientales también incrementan la necesidad de desarrollar nueva infraestructura sanitaria o de optimizar la existente, adaptándola a las normativas aplicables. En consecuencia, la demanda de profesionales en este campo es cada vez mayor.

La Especialización en Ingeniería Sanitaria tiene como propósito central formar especialistas en el área con una sólida base en nuevos procesos y tecnologías, y con una visión de futuro que les permita encarar procesos de innovación. Estos estarán dirigidos principalmente al desarrollo y la transferencia tecnológica en lo relacionado con el saneamiento ambiental y la salubridad humana. La intención central es formar profesionales capacitados para desempeñarse en funciones de proyecto, obras, operación, conducción y gerenciamiento en empresas de ingeniería, servicios y afines, tanto públicas como privadas.

La especialización está dirigida a egresados universitarios, que provienen de carreras de Ingeniería y afines, buscando adquirir esta capacitación de una manera estructurada y con un nivel académico de excelencia, brindando a este sector profesional un aporte substancial para su acceso a equipos multidisciplinarios de trabajo en distintos ámbitos públicos y privados.

En particular, la especialización propone profundizar y actualizar conocimientos en las áreas técnicas y prácticas de gestión moderna y su aplicación también en la conducción de los recursos humanos, requeridos para la gestión de instituciones privadas y públicas, habilitando destrezas gerenciales y de liderazgo que permitan a los egresados, asumir eficazmente el papel de la dirección de instituciones de distintos tipos.

Esta Especialización se dictará en modernas aulas de posgrado de la F.C.E.F.y.N., equipadas con la última tecnología. Además, las prácticas se llevarán a cabo en el laboratorio de hidráulica de dicha facultad y mediante convenios específicos en plantas potabilizadoras, plantas depuradoras y en la gestión de redes en ámbitos privados y públicos.

## 1.1 Antecedentes

En nuestro país, entre las universidades que ofrecen Especializaciones en Ingeniería Sanitaria, se destacan:

- Escuela de Posgrado y Educación Continua de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) perteneciente a la Universidad Nacional de Rosario: “Especialización en Ingeniería Sanitaria”. Ofrecida en modalidad a distancia, esta especialización capacita a profesionales en la problemática del saneamiento, enfocándose en el diseño, proyecto, operación y control de obras y servicios relacionados con el abastecimiento de agua, la disposición y tratamiento de líquidos cloacales, y la gestión de residuos sólidos urbanos.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Instituto Dr. Rogelio Trelles: “Especialización en Ingeniería Sanitaria”. Este programa forma profesionales con profundos conocimientos en procesos, diseño y equipamiento para instalaciones de saneamiento básico (abastecimiento de agua, cloacas, pluviales, residuos sólidos), así como en actividades de prevención de la contaminación.

Esta Especialización, gracias a la ubicación geográfica de la F.C.E.F.y.N., acerca la oferta académica a regiones alejadas de la capital del país y, al mismo tiempo, ofrece la posibilidad de realizar prácticas en establecimientos y redes en funcionamiento, lo que garantiza la actualidad y pertinencia de sus contenidos.

## 1.2 Ventajas comparativas

Esta especialización forma profesionales de la ingeniería y afines proporcionando un sólido soporte al estudiante mediante las siguientes ventajas:

- **Consideración de equivalencias:** La estructura de la Especialización permite reconocer hasta un 30 % de los cursos previamente aprobados por el estudiante en áreas como potabilización, tratamiento de efluentes, redes de distribución de agua potable y recolección de efluentes cloacales, residuos sólidos urbanos y gestión. Se otorgarán consideraciones especiales a los cursos dictados en esta Facultad.
- **Ampliación del Panorama de Inserción Laboral:** La gestión, planificación, determinación y ejecución de tarifas, así como la operación y mantenimiento de los servicios sanitarios, son herramientas que amplían las oportunidades de inserción laboral. Todo sistema aplicado al saneamiento básico debe contemplar: proyecto, operación, mantenimiento y gestión integral.

- **Actividades Prácticas en Sistemas Operativos:** La ejecución de actividades prácticas en sistemas que están en operación (plantas potabilizadoras, depuradoras y redes) afianzará los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo General

- Proponer un espacio formativo para profesionales que deseen perfeccionarse en el área del saneamiento de manera que puedan alcanzar los niveles necesarios de conocimientos requeridos, permitiendo que puedan incorporarse a los equipos de trabajo específicos tanto en el ámbito público como privado.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Formar profesionales con criterio integrador, considerando las distintas disciplinas que intervienen en el planteo de proyectos y la optimización de sistemas (plantas potabilizadoras y depuradoras de efluentes como redes distribuidoras y colectoras de efluentes) en operación.
- Profundizar los conocimientos adquiridos en el grado para comprender los procesos y la hidráulica en la potabilización y tratamiento de efluentes, así como diseñar y calcular las distintas unidades de tratamiento y optimizar los distintos procesos.
- Desarrollar las habilidades para la aplicación de diferentes alternativas de tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) desde una perspectiva de gestión integral.
- Consolidar el aprendizaje de los parámetros de diseño e inspección de equipos y optimización para equipamiento electromecánico para proyecto u operación, aplicados a estaciones de bombeo.
- Diseñar y calcular redes de distribución de agua potable y recolección de efluentes cloacales y pluviales, incorporando modelos hidráulicos y automatismos al análisis teórico – práctico para el monitoreo de sistemas en funcionamiento que permitan la optimización de redes.
- Afianzar el conocimiento específico para el enfoque en gestión de los servicios sanitarios, financiamiento, tarifas, operación y mantenimiento.

## 3 Perfil del Egresado

Al finalizar los estudios el egresado será capaz de:

- Interpretar, diagnosticar y mejorar los distintos procesos en tratamientos de agua y efluentes líquidos.

- Plantear alternativas que mejoren el funcionamiento / operación de equipamiento específico para plantas de tratamiento, estaciones de bombeo y monitoreo de sistemas.
- Aplicar los conceptos adquiridos sobre el funcionamiento hidráulico en redes colectores y distribuidoras.
- Aplicar los criterios necesarios para observar las reglas del buen arte en la construcción e instalación de equipamiento durante la ejecución e inspección de obras tanto en establecimientos como en redes.
- Analizar las innovaciones que se generan en residuos sólidos urbanos (aplicando la economía circular) y efluentes industriales haciendo hincapié en el reúso de los efluentes tratados.

**Título que Otorga:** Especialista en Ingeniería Sanitaria.

#### **4 Requisitos de Ingreso**

El postulante deberá poseer título de grado, de nivel de licenciatura o superior en carreras de al menos 5 (cinco) años de duración, en áreas de Ingeniería, Ciencias Exactas o afines expedido por universidades del país (pública o privada) legalmente reconocidas, o del extranjero de reconocida trayectoria en la disciplina.

La selección de postulantes se llevará a cabo mediante la evaluación de los antecedentes requeridos y la realización de una entrevista personal.

La documentación necesaria y casos particulares se encuentran contemplados en el reglamento de la Especialización.

#### **5 Organización del Plan de Estudios.**

##### **5.1 Modalidad de Dictado**

La Especialización en Ingeniería Sanitaria es una carrera académica, de modalidad presencial y será desarrollada a través de un plan de estudios estructurado.

##### **5.2 Duración**

En un período de un año y medio (tres semestres consecutivos), el estudiante deberá cursar y aprobar las doce materias establecidas en el Plan de Estudios (según Cuadro N°1), para completar la carga horaria requerida. Además, deberá elaborar y presentar su Trabajo Final Integrador (TFI).

Cuadro N° 1

<b>1er. semestre</b>	<b>2do. semestre</b>	<b>3er. semestre</b>
Estadística Aplicada al Saneamiento	Tratamiento de Efluentes Industriales I	Tratamiento de Efluentes Industriales II
Química y Microbiología Sanitaria	Sistemas de captación, transporte y distribución de agua potable I	Sistemas de captación, transporte y distribución de agua potable II
Hidráulica Aplicada	Gestión - Planificación - Tarifas Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios I	Gestión - Planificación - Tarifas Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios II
Potabilización de las Aguas I	Potabilización de las Aguas II	Residuos Sólidos Urbanos
Sistemas de drenaje urbano cloacal y pluvial I	Sistemas de drenaje urbano cloacal y pluvial II	Trabajo Final Integrador
Equipamiento Electromecánico - Estaciones de Bombeo	Tratamiento de Líquidos Cloacales I	Tratamiento de Líquidos Cloacales II
Procesos Unitarios		

### **Carga horaria total**

La estructura curricular de la Especialización contempla un total de 18 materias obligatorias, que comprenden 450 horas de interacción pedagógica (196 horas teóricas y 254 prácticas) y 875 horas de trabajo autónomo del estudiante, lo que representa un total de 53 Créditos de Reconocimiento Educativo (CRE).

A esto se suma la realización de un Trabajo Final Integrador, que implica 60 horas de interacción pedagógica práctica y 140 horas de trabajo autónomo, con un valor de 8 CRE.

En conjunto, el trayecto completo de la especialización suma 61 CRE con un valor por CRE de 25 horas, distribuidos entre actividades presenciales y autónomas que garantizan una formación sólida y aplicada.

En el Cuadro N°2 se muestra la carga horaria total y los CRE correspondientes.

### Cuadro N°2

Materias	Cantidad	Interacción pedagógica Teórica (horas)	Interacción pedagógica Práctica (horas)	Interacción pedagógica Total (horas)	Trabajo autónomo del estudiante (horas)	CRE
Obligatorias	18	196	254	450	875	53
Trabajo Final Integrador	1	0	60	60	140	8

### 5.3 Organización del plan de estudios

Es una propuesta formativa de postgrado de modalidad presencial, combina encuentros presenciales complementados con actividades en el aula virtual según el protocolo de la facultad. Las clases de presencialidad sincrónica se implementarán de acuerdo al protocolo a través del Campus Virtual de la F.C.E.F.y N. Las actividades prácticas presenciales se llevarán a cabo en plantas potabilizadoras y depuradoras de líquidos cloacales mediante convenios con prestadores de servicios y laboratorio de facultad.

Cada asignatura se dictará de acuerdo al cronograma curricular que se presenta en el cuadro N°3.

La carrera tiene una carga horaria de 450 horas reloj, más un Trabajo Final Integrador de 60 horas, totalizando 510 horas de interacción pedagógica. A esto se suman 1.015 horas de trabajo autónomo del estudiante, alcanzando un total de 1.525 horas.

Actividad de formación teórica y práctica:

- *Formación teórica,*

Los estudiantes recibirán una formación minuciosa y equilibrada en cada una de las disciplinas contempladas en el plan de estudios, asegurando una comprensión sólida de los fundamentos teóricos, metodológicos y conceptuales que sustentan la práctica profesional. Esta formación integral permitirá abordar de manera crítica y rigurosa los distintos problemas y desafíos propios del campo, promoviendo el desarrollo de competencias específicas y transversales necesarias para un desempeño ético riguroso y actualizado.

- *Formación práctica*

Quienes cursen esta propuesta recibirán una formación sistemática e integradora, que incluirá ejercicios de práctica profesional tanto en el aula como en plantas potabilizadoras y depuradoras de líquidos cloacales como en redes de distribución y recolección mediante convenios con

prestadores de servicios y el Laboratorio de Hidráulica de la F.C.E.F.y.N. Así, podrán aplicar y consolidar los aprendizajes adquiridos en:

- Potabilización de las Aguas: afianzando el aprendizaje en los procesos y en los controles mediante el muestreo pre y pos para la evaluación de la eficiencia en cada uno y luego en el conjunto.
- Depuración de efluentes cloacales: con similar criterio al punto anterior, con el agregado del impacto en los volcamientos de los efluentes tratados.
- Distribución de las aguas: haciendo hincapié en el monitoreo integral de la misma en parámetros como presión y calidad de agua (Cloro libre, pH, turbiedad, etc.) y en modernas técnicas tanto en detección de fugas invisibles como rendimiento de la red.
- Recolección de efluentes domiciliarios: profundizando conocimientos en cuanto al funcionamiento hidráulico de la misma (gravedad) y en donde hay estaciones de bombeo, y la calidad ya que en la red hay descargas de efluentes industriales que no siempre están convenientemente tratados previo a su descarga.
- Residuos Sólidos Urbanos: aprendizaje haciendo foco en el reciclado (con los beneficios ambientales y sociales) y la educación.
- Gestión de los Servicios: un tema de vital importancia ya que comprende el aprendizaje en la determinación de los distintos tipos tarifas, costos de operación y mantenimiento.

Todas estas actividades están contempladas en las cartas de intención o convenios con los prestadores de servicios en vigencia. Las actividades en estos establecimientos serán impartidas o supervisadas por un profesor de la Especialidad.

#### **5.4 Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

El Trabajo Final Integrador será evaluado mediante una defensa oral ante el tribunal designado debiendo ser aprobado con una nota final igual o superior a siete (7) puntos en una escala de uno (1) a diez (10).

## 5.5 Descripción del Trabajo Final Integrador (TFI)

El mismo versará sobre un tema específico el cual podrá ser propuesto por el estudiante o por la Dirección Académica de la Especialización. A esto se suma la realización de un Trabajo Final Integrador, que implica 60 horas de interacción pedagógica práctica y 140 horas de trabajo autónomo, con un valor de 8 CRE (según cuadro N°3). El Plan de trabajo deberá ser presentado antes de la finalización del tercer semestre.

El estudiante deberá presentar un Trabajo Final Integrador escrito, que puede adquirir el formato de proyecto, estudio de caso, ensayo, informe de trabajo de campo y otras que permitan evidenciar la integración de aprendizajes realizados en el proceso formativo, la profundización de conocimientos en el campo profesional de la ingeniería y el manejo de habilidades y perspectivas innovadoras para la operación y/o generación de proyectos.

## 5.6 Requisitos del Director/a del Trabajo Final Integrador

Podrá ejercer el rol de Director/a para el TFI cualquier profesor de la carrera con título de posgrado equivalente o superior al que otorga la carrera según la normativa vigente. También podrá hacerlo cualquier profesional especialista, que sea aprobado por las autoridades académicas de la Especialización, dependiendo de su experticia demostrada a través de sus antecedentes. El procedimiento detallado se encuentra descrito en el reglamento de la carrera.

## 5.7 Cuadro Resumen

Cuadro N°3

ESPACIOS CURRICULARES	SEMESTRE	INTERACCIÓN PEDAGÓGICA			Trabajo autónomo del estudiante	CARGA TOTAL	CRE
		Teórica	Práctica	Total			
Estadística Aplicada al Saneamiento	1ro.	9	11	20	30	50	2
Química y Microbiología Sanitaria	1ro.	11	14	25	25	50	2
Hidráulica Aplicada	1ro.	11	14	25	50	75	3
Equipamiento Electromecánico - Estaciones de Bombeo	1ro.	10	20	30	70	100	4

Procesos Unitarios	1ro.	10	10	20	30	50	2
Potabilización de las Aguas I	1ro.	13	18	31	58	89	4
Sistemas de drenaje urbano cloacal y pluvial I	1ro.	13	18	31	58	89	4
Potabilización de las Aguas II	2do.	12	17	29	57	86	4
Tratamiento de Líquidos Cloacales I	2do.	13	18	31	58	89	4
Sistemas de drenaje urbano cloacal y pluvial II	2do.	12	17	29	57	86	4
Tratamiento de Efluentes Industriales I	2do.	10	10	20	30	50	2
Sistemas de captación, transporte y distribución de agua potable I	2do.	13	18	31	58	89	4
Gestión - Planificación - Tarifas - Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios I.	2do.	10	10	20	30	50	2
Residuos Sólidos Urbanos	3ro.	15	15	30	70	100	4
Sistemas de captación, transporte y distribución de agua potable II	3ro.	12	17	29	57	86	4
Tratamiento de Líquidos Cloacales II	3ro.	12	17	29	57	86	4
Tratamiento de Efluentes Industriales II	3ro.	10	10	20	30	50	2
Gestión - Planificación - Tarifas - Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios II.	3ro.	10	10	20	30	50	2
Horas		196	254	450	875	1325	53
Trabajo Final Integrador (TFI)	3ro.		60	60	140	200	8
<b>Total de Horas</b>		<b>196</b>	<b>314</b>	<b>510</b>	<b>1015</b>	<b>1525</b>	<b>61</b>

### **Propuesta de Seguimiento Curricular.**

La Comisión Académica y el/la Director/a de la Carrera tendrán a su cargo gestionar la organización, implementación y seguimiento de la Carrera con el propósito de alcanzar el perfil profesional que se propone. Esto incluye implementación, seguimiento y evaluación del plan de estudios y de su revisión periódica en términos de diseño y desarrollo curricular, formación teórica y práctica, logros y dificultades.

Para analizar y articular los procesos formativos de las áreas específicas con los requerimientos y necesidades de los estudiantes, el responsable académico de la carrera realizará un seguimiento continuo. Este seguimiento se llevará a cabo mediante encuestas a profesores, estudiantes y egresados de la carrera, teniendo siempre en cuenta: alumnos, profesores, infraestructura y estructura administrativa.

También se realizará el seguimiento académico de los estudiantes determinando las principales dificultades observadas, de manera de proponer mejoras continuas al proceso formativo de los mismos. Para ello se construirán diferentes instrumentos de seguimiento que permitan aportar información y datos para la mejora de la carrera.

Además, se promoverá la realización de talleres en la temática específica de la especialización con participación de pares y se incentivará a los estudiantes para que presenten trabajos en congresos nacionales especializados.

El seguimiento a los profesores se realizará mediante evaluaciones periódicas de desempeño y espacios de retroalimentación institucional, mientras que el seguimiento a los egresados se llevará a cabo a través de encuestas, entrevistas y el monitoreo de su inserción profesional, permitiendo así retroalimentar y actualizar continuamente la propuesta formativa. Se incluirán mecanismos para evaluar la calidad y pertinencia de la estructura curricular, la actualización de los contenidos formativos, materiales, bibliografía, laboratorios y soportes tecnológicos.

## **5.8 Contenidos Mínimos de la Especialización**

Nota: Las ediciones de la bibliografía son las más recientes, aunque los años a los que hacen referencia no lo son debido a que no ha habido cambios en las áreas correspondientes. Los contenidos siguen siendo los más actuales y relevantes en la temática. **El material de referencia es el clásico disponible de cada materia y será actualizado según necesidades y evolución del contenido.**

### **5.8.1 Estadística Aplicada al Saneamiento.**

#### **Objetivos**

- *Comprender la necesidad y oportunidad de la aplicación de modelos estadísticos en la ingeniería sanitaria.*
- *Adquirir el lenguaje correcto y específico de la materia.*
- *Comprender las posibilidades, ventajas y limitaciones de los modelos y parámetros estadísticos vinculados con el campo de acción de la ingeniería sanitaria.*
- *Comprender el manejo de bases de datos.*
- *Manejar los siguientes contenidos medioambientales:*  
*Análisis estadístico de variables medioambientales en torno a plantas de tratamiento y cuerpos receptores de efluentes.*  
*Análisis estadístico de la eficiencia energética en sistemas de saneamiento*  
*Sistemas de monitoreo y análisis de datos en tiempo real para la gestión eficiente del agua*  
*Modelos predictivos para valorar la huella de carbono en procesos de saneamiento.*  
*Aplicación de las herramientas con software estadístico.*

### **Contenidos mínimos**

- Concepto de modelo estadístico.
- Concepto de probabilidad.
- Fórmulas básicas y cálculo de probabilidades.
- Variable aleatoria, operaciones con variables aleatorias. Variable bidimensional.
- Distribuciones particulares: Proceso Bernoulli - Poisson y sus variables asociadas. Normal y relacionadas, otras variables.
- Inferencia: Estimación clásica y bayesiana. Ensayos de hipótesis.

### **Trabajos Prácticos**

- T.P. N° 1:

Determinación del entorno de Coeficientes de pico y de valle del Consumo de agua en base a micro medición domiciliaria.

- T.P. N° 2:

Análisis estadístico de la dosis de coagulante para una planta potabilizadora en base a datos estacionales de turbiedad y alcalinidad del agua natural.

Análisis estadístico de la variación estacional de la dosis de  $Cl_2$  residual y de DQO/DBO<sub>5</sub> en el efluente de salida en una planta depuradora.

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## **Bibliografía**

- Jay L. Devore, "Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias", Editorial: Cengage Learning (2018).
- Carlton, Matthew A., and Jay L. Devore. "Probability with applications in engineering, science, and technology". Editorial: Springer (2017).
- Montgomery, Douglas C., and George C. Runger. Applied statistics and probability for engineers. John Wiley & Sons (2011).
- Benjamin, Jack R., and C. Allin Cornell. Probability, statistics, and decision for civil engineers. Courier Corporation (2014).
- Joseph K. Blitzstein y Jessica Hwang "Introduction to Probability". Editorial: CRC Press (2019).
- Maronna Ricardo, A. "Probabilidad y Estadística Elementales." Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata (1995).
- Hutzler, N. J., Water and Wastewater Calculations Manual, McGraw-Hill Education (2016).

### **5.8.2 Química y Microbiología Sanitaria.**

#### **Objetivos**

- *Identificar y comprender los saberes básicos para la comprensión de los procesos en tratamientos de agua, desagües y residuos sólidos urbanos.*
- *Incorporar destrezas en los siguientes aspectos medioambientales:  
Evaluación de contaminantes emergentes y su impacto ambiental  
Biotecnologías para la remediación de aguas y suelos contaminados.  
Fitorremediación  
Impacto de productos químicos en la huella de carbono*

#### **Contenidos mínimos**

- Naturaleza de los tratamientos.
- Potabilización de las aguas, efectos sobre el organismo.
- Normas de calidad.
- Muestreo.
- Química aplicada a los tratamientos de potabilización y depuración.
- Control de corrosión y ablandamiento de aguas.
- Química de la potabilización.
- Desinfección.

#### **Trabajos Prácticos**

Laboratorio de planta potabilizadora (actividad complementada con Potabilización de las Aguas)

- Determinación de la dosis óptima de coagulante mediante el ensayo de jarras.
- Uso de instrumental para determinación de parámetros (pH, turbiedad, Cl libre).

## Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## Bibliografía

- Tratamiento de Aguas Residuales: Principios Básicos - Gustavo Pacheco Ávila (2013).
- Manual Técnico del Agua – Degremont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).
- Eduardo A. Rodríguez, Luis A. López, Juan J. López, “Abastecimiento de agua potable a comunidades rurales”. Editorial: Ediciones Díaz de Santos (2019).
- Rogelio A. Trelles, “Principales enfermedades que interesan al Ingeniero Sanitario”. Facultad de Ingeniería de la U.B.A. (1978).
- Rogelio A. Trelles, Américo Larghi – Victorio Inglese “El problema sanitario de las aguas destinadas a la bebida humana, con contenidos elevados de arsénico, vanadio y flúor” Buenos Aires: Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, UBA (1970).
- José M. F. Roldán, José M. Blázquez, Francisco J. Pérez-Cortés, “Química Analítica”. Editorial: Ediciones Díaz de Santos (2019).
- Henze, M., Harremoës, P., La Cour Jansen, J., & Arvin, E., Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes, Springer, Nueva York, Estados Unidos (2017).
- Guo, J., Ngo, H. H., & Amini, F., Nutrients Removal and Recovery from Wastewater, Springer, Nueva York, Estados Unidos (2019).

### 5.8.3 Hidráulica Aplicada.

#### Objetivos

- *Brindar al profesional los conocimientos necesarios vinculados con la hidráulica, que le permitan comprender las bases del funcionamiento y operación de los distintos elementos que son objeto la especialización en Ingeniería Sanitaria.*
- *Adquirir el lenguaje correcto y específico de la materia.*
- *Comprender las posibilidades, ventajas y limitaciones de las ecuaciones hidráulicas vinculándolas con el campo de acción de la ingeniería sanitaria.*
- *Enriquecer la práctica profesional con perspectiva ambiental mediante:  
Optimización del diseño hidráulico para minimizar el consumo energético.  
Análisis del impacto ambiental de proyectos hidráulicos (EIA).  
Uso de energías renovables en sistemas de bombeo. Sistemas fotovoltaicos y eólicos. Aprovechamiento de excedentes energéticos en sistemas hidráulicos.  
Sistemas de bombeo solar y eólico para aplicaciones hidráulicas.*

## **Contenidos mínimos**

- Propiedades y características de los fluidos. Unidades métricas. Caudal y clasificación de movimientos.
- Estática de los Fluidos
- Ecuaciones básicas de la hidráulica: Ecuación de continuidad, Ecuación de energía, Ecuación general del movimiento para líquidos perfectos. Ecuación de cantidad de movimiento.
- Flujo en canales abiertos; conceptos y cálculo del flujo uniforme. Distribución de velocidad en una sección. Secciones más convenientes. Diseño.
- Flujo a régimen permanente en conductos a presión. Pérdidas de Energía. Ecuación de Darcy-Weisbach. Coeficientes de Fricción. Aplicación del diagrama Universal Pérdidas de Carga Localizadas.
- Medición de fluidos. Aforos en conductos presurizados y en Corrientes a superficie libre: Métodos Volumétricos. Métodos con estructuras especiales: Vertederos. Tipos de vertederos. Canaleta Parshall.
- Perfil hidráulico.

## **Trabajos Prácticos**

- T.P.N°1:  
Determinación y/o verificación de la capacidad de transporte en acueductos y canales.
- T.P.N°2:  
Determinación de perfiles hidráulicos en plantas potabilizadoras y depuradoras.

## **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## **Bibliografía**

- Robert W. Fox, Alan T. McDonald y Philip J. Pritchard, "Mecánica de Fluidos". Editorial: Pearson (2016).
- A. Osman Akan, "Hidráulica de Canales Abiertos". Editorial: Pearson (2019).
- Terry W. Sturm, "Hidráulica de Canales Abiertos". Editorial: Cengage Learning (2016).
- David R. Maidment, "Ingeniería hidráulica". Editorial: Pearson Education (2023).
- Frank M. White, "Mecánica de Fluidos". Editorial: McGraw-Hill (2018).

- Munson, Bruce R.; Young, Donald F.; Okiishi, Theodore H. "Fundamentals of Fluid Mechanics". Editorial: Wiley & Sons (2023).
- Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados - Ing. Ricardo Alfredo López Cualla. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (2003).

#### 5.8.4 Equipamiento Electromecánico – Estaciones de Bombeo.

##### Objetivos

- *Conocer y analizar el abordaje de los parámetros de diseño, inspección de equipos y optimización (para Estaciones de Bombeo en operación).*
- *Aplicar principios de sostenibilidad mediante:  
Implementación de bombas eficientes energéticamente  
Motores de alta eficiencia y controladores de velocidad variable para optimizar el consumo energético  
Integración de sistemas de energía renovable en estaciones de bombeo.  
Sistemas fotovoltaicos.  
Reducción de emisiones en sistemas electromecánicos*

##### Contenidos Mínimos

- Generalidades.
- Bombas hidrodinámicas.
- Equipamiento de plantas.
- Sistemas de alimentación eléctrica.
- Medición y control.

##### Trabajo Práctico

Laboratorio de Hidráulica (F.C.E.F.yN.)

- Determinación de la curva H/Q (altura / caudal) de un equipo de bombeo.  
**Modalidad de Evaluación**

- La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

##### Bibliografía

- José Luis García González, "Hidráulica y máquinas hidráulicas". Editorial: Paraninfo (2023).
- Manuales de bombas, KSB, Flygt, Motoarg, Grundfos (2023).
- Análisis de características de instalaciones de impulsión Suplemento Eternit (2021).
- Pérez Farrás, Luis; Pilar, Jorge Víctor, "Máquinas Hidráulicas" Editorial: RIUNNE (2022).

- Ing. Luis Pérez Farrás, “Selección Fina de Bombas” - UBA Fac. Ingeniería (2005).

### 5.8.5 Procesos Unitarios.

#### Objetivos

- *Construir conocimientos teóricos-prácticos sobre el funcionamiento de las distintas unidades de tratamientos en los sistemas de potabilización y efluentes cloacales.*
- *Incorporar valores ambientales mediante:  
Minimización del consumo energético en procesos unitarios:  
Evaluación del impacto ambiental de diferentes procesos unitarios.  
Técnicas de reúso.  
Tecnologías limpias en el tratamiento de aguas residuales  
Sistemas de membranas avanzadas para la purificación de aguas residuales*

#### Contenidos mínimos:

- Físicos: Tamizado – Mezcla – Sedimentación – Flotación – Filtración – Deshidratación.
- Químicos: – Reducción – Transferencia de gases – Adsorción – Intercambio iónico – Procesos de Membranas.

#### Trabajo Práctico

- Determinación del gradiente de mezcla para la adición de coagulante (en potabilización y/o depuración – para el caso de tratamiento terciario).

#### Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

#### Bibliografía

- Volumen I – II Normas ENOHSa (NORMAS VIGENTES)
- Bombas Sumergibles y Estaciones de Bombeo, Flygt. Adequa Ingeniería S.L.L. Madrid (2004).
- Metcalf-Eddy “Tratamiento y Depuración de las aguas residuales” Editorial Labor S.A. (1987).
- Metcalf & Eddy (2014) Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York.
- Curso del Cedex de Agua Residual. Varios autores. Madrid (2022).
- Stenco-Tratamientos de Aguas, 5ta edición (2022)

- Unit Operation of Sanitary Engineering-Rich (2022)
- Manual Técnico del Agua – Degrémont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).

### 5.8.6 Potabilización de las Aguas I.

#### Objetivos

- *Profundizar los conocimientos adquiridos en el grado, con variantes en la calidad de agua cruda, procesos y controles, acentuando el aprendizaje con casos aplicados en planta en operación.*
- *Fomentar buenas prácticas mediante:*  
*Uso de energías renovables en plantas de potabilización.*  
*Energía fotovoltaica aplicada a agitadores y sistemas de desinfección.*  
*Desinfección con luz ultravioleta (UV) para la eliminación de patógenos sin uso de químicos.*  
*Paneles fotovoltaicos para el suministro a los sistemas de la planta.*

#### Contenidos mínimos

- Generalidades.
- Procesos básicos de potabilización.
- Introducción a la desinfección.
- Conducciones internas.
- Obras complementarias.
- Aspectos operativos.

#### Trabajos Prácticos

- T. P. N°1:  
 Dimensionamiento de una unidad (reactor) del proceso de clarificación (coagulación/floculación/decantación).
- T.P. N° 2:  
 Dimensionamiento de Instalaciones de Reserva (para consumo interno-Tanque elevado) y para el abastecimiento de la población.

#### Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

#### Bibliografía

- Jorge Arboleda Valencia “Teoría y Práctica de la Purificación de Aguas”. Cuarta edición. Editorial ECOE Ediciones (2023).
- Luiz Di Bernardo “Métodos y Técnicas de Tratamiento de Agua”. ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Volúmenes 1 y 2 (2006).
- Segues Codina, A., Sergienko, N., Borrego, C. M., & Radjenovic, J. (2024). *Manganese oxide-functionalized graphene sponge electrodes for electrochemical chlorine-free disinfection of tap water*. arXiv preprint arXiv:2410.02836.
- Normas y fundamentos: Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento ENOHSa. (NORMAS VIGENTES).
- Resolución 174/2016 Normas Provinciales de calidad y control de aguas para bebida-Provincia de Córdoba (NORMA VIGENTE).
- Manual Técnico del Agua – Degrémont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).

### 5.8.7 Potabilización de las Aguas II.

#### Objetivos

- *Complejizar los conocimientos adquiridos en el módulo I, con variantes en la calidad de agua cruda, procesos y controles, acentuando el aprendizaje con casos aplicados en planta en operación.*
- *Consolidar destrezas vinculadas a los siguientes contenidos medioambientales:*  
*Evaluación de la huella de carbono en procesos de potabilización*  
*Tratamiento de subproductos y residuos de la potabilización*

#### Contenidos mínimos

- Procesos avanzados y complementarios.
- Desinfección y control de calidad.
- Instalaciones de Reserva.
- Obras complementarias.
- Gestión integral.

#### Trabajos Prácticos

- T. P. N°1:  
  
Dimensionamiento de una unidad (reactor) del proceso de clarificación (decantación/filtración).
- T.P. N° 2:  
  
Dimensionamiento de Instalaciones de Desinfección, su monitoreo y simulación a lo largo de una red.

#### Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Jorge Arboleda Valencia “Teoría y Práctica de la Purificación de Aguas”. Cuarta edición. Editorial ECOE Ediciones (2023).
- Luiz Di Bernardo “Métodos y Técnicas de Tratamiento de Agua”. ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Volúmenes 1 y 2 (2006).
- Normas y fundamentos: Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento ENOHSa. (NORMAS VIGENTES)
- Resolución 174/2016 Normas Provinciales de calidad y control de aguas para bebida-Provincia de Córdoba (NORMA VIGENTE)
- Manual Técnico del Agua – Degrémont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).

### **5.8.8 Tratamiento de Líquidos Cloacales I.**

#### **Objetivos**

- *Diseñar y calcular unidades de tratamientos, optimizar el proceso en los distintos reactores de efluentes líquidos cloacales a través del conocimiento del proceso.*
- *Aplicar principios de sostenibilidad en:  
Gestión integral de residuos con enfoque en la economía circular  
Plantas de biometanización para la producción de energía a partir de residuos orgánicos  
Tecnologías para la reducción de emisiones.  
Aprovechamiento energético del Biogás.  
Revalorización de RSU. Técnicas ambientales. Compostaje.*

#### **Contenidos mínimos**

- Características de los líquidos cloacales, normativas vigentes.
- Introducción al tratamiento de los líquidos y barros cloacales, rejas, tamices, sedimentadores.
- Fundamentos de los procesos biológicos, anaerobios y aerobios.
- Lodos activados, aireación extendida, lagunas de estabilización, lechos percoladores.
- Criterios de diseño y optimización de plantas de tratamiento.

#### **Trabajos Prácticos**

- T.P. N°1:

Dimensionamiento de una unidad del Tratamiento Primario (Reja, Desarenador y Sedimentador Primario).

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Volumen I – II Normas ENOHSa (NORMAS VIGENTES).
- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York (2014).
- Water Environment Federation Manual of Practice N°8 (2010).
- Stenco-Tratamientos de Aguas, 5ta edición (2022).
- Curso del Cedex de Agua Residual. Varios autores. Madrid (2022).
- Biological Waste Treatment-W. W. Eckenfelder-D. J. O'Connor (2013).
- Design and construction of sanitary and storm sewers - practice manual N°9 WPCF.
- Manual Técnico del Agua – Degrémont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).
- Manual de plantas depuradoras. AySA (2018).
- Guía sobre tratamiento de aguas para la adecuación ambiental. ACUMAR (2022).
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Autores: Baird, Eaton y Rice Editorial: AWWA Edición en inglés
- Hernández Muñoz – Depuración de aguas residuales Autor: Hernández Muñoz Editorial: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Edición en castellano (2015).
- Spellman – Water and Wastewater Treatment: A Guide for the Nonengineering Professional Autor: Drinan y Spellman Editorial: CRC Press Edición en inglés (2012).

#### **5.8.9 Tratamiento de Líquidos Cloacales II.**

##### **Objetivos**

- *Diseñar y calcular unidades de tratamientos, optimizar el proceso en los distintos reactores de efluentes líquidos cloacales a través del conocimiento del proceso.*
- *Integrar la visión ambiental mediante:  
Gestión integral de residuos con enfoque en la economía circular  
Plantas de biometanización para la producción de energía a partir de residuos orgánicos  
Tecnologías para la reducción de emisiones.  
Aprovechamiento energético del biogás.*

### **Contenidos mínimos**

- Tratamientos típicos convencionales y nuevos sistemas de tratamiento de líquidos cloacales.
- Tecnologías para tratamientos de plantas convencionales y compactas.
- Tratamientos terciarios.
- Tratamientos especiales.
- Digestión aerobia y anaerobia.

### **Trabajos Prácticos**

- T.P. N° 1:

Dimensionamiento de una unidad del tratamiento Secundario (Cámara de Aireación, lecho percolador, Sedimentador Secundario, tratamiento de lodos).

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Volumen I – II Normas ENOHSa (NORMAS VIGENTES).
- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York (2014).
- Water Pollution Control Federation – Operation of wastewater treatment Plant – Manual of practice N°11. (1996) \*
- Water Environment Federation Manual of Practice N°8 (2010).
- Stenco-Tratamientos de Aguas, 5ta edición-(2022).
- Curso del Cedex de Agua Residual. Varios autores. Madrid (2022).
- Biological Waste Treatment-W. W. Eckenfelder-D. J. O'Connor (2013).
- Design and construction of sanitary and storm sewers - practice manual N°9 WPCF (2020).
- Manual Técnico del Agua – Degremont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).
- Manual de plantas depuradoras. AySA (2018).
- Guía sobre tratamiento de aguas para la adecuación ambiental. ACUMAR (2022).
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Autores: Baird, Eaton y Rice Editorial: AWWA Edición en inglés (2023).
- Hernández Muñoz – Depuración de aguas residuales Autor: Hernández Muñoz Editorial: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Edición en castellano (2012).

- Spellman – Water and Wastewater Treatment: A Guide for the Non engineering Professional Autor: Drinan y Spellman Editorial: CRC Press Edición en inglés (2015).

### 5.8.10 Tratamiento de Efluentes Industriales I.

#### Objetivos

- *Apropiarse de las pautas y criterios para el diseño y optimización del tratamiento de efluentes líquidos a través del conocimiento del proceso productivo.*
- *Promover la responsabilidad ambiental a través de:  
Implementación de procesos de tratamiento con menor impacto ambiental. Lineamientos en Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001)  
Evaluación del ciclo de vida de las tecnologías de tratamiento  
Reducción de emisiones de carbono en el tratamiento de efluentes industriales*

#### Contenidos mínimos

- Clasificación de los efluentes, características y composición.
- Normativas vigentes provinciales y nacionales.
- Caracterización, aforos y toma de muestras.
- Procesos de tratamiento, primarios, secundarios, terciarios.
- Procesos biológicos aerobios y anaerobios.
- Flotación, sedimentación, aereación.

#### Trabajo Práctico

- Análisis de parámetros del efluente crudo y predimensionado del sistema de tratamiento para una industria según sea del tipo de líquidos con contaminantes orgánicos e inorgánicos.

#### Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

#### Bibliografía

- John Arundel “Tratamiento de Aguas Negras y Efluentes Industriales”. Editorial Acribia Sa. (2000). \*
- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York (2014).
- Biological Waste Treatment-W. W. Eckenfelder-D. J. O'Connor (2013).

- Jairo Alberto Romero Rojas "Tratamiento de Aguas residuales por Lagunas de Estabilización". Editorial: Alfaomega (2000).
- Reglamentación de Estándares y Normas sobre Vertidos para la Preservación del Recurso Hídrico Provincial Decreto 847/16 – Prov. de Córdoba. (NORMA VIGENTE).
- Design and construction of sanitary and storm sewers - practice manual N°9 WPCF
- "Stenco-Tratamientos de Aguas", 5ta edición-(2022).
- Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico. - David L. Rusell (2012).
- Caracterización de residuos industriales - Sonia Olvera Lobo (2012).
- Tratamiento de Efluentes Cloacales e Industriales. Bioingepro (2021).
- Tratamiento de efluentes industriales: del pretratamiento al reuso - Ecopreneur (2024).

### 5.8.11 Tratamiento de Efluentes Industriales II.

#### Objetivos

- *Apropiarse de las pautas y criterios para el diseño y optimización del tratamiento de efluentes líquidos a través del conocimiento del proceso productivo.*
- *Aplicar principios de sostenibilidad en la: Implementación de procesos de tratamiento con menor impacto ambiental. Lineamientos en Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001) Evaluación del ciclo de vida de las tecnologías de tratamiento Reducción de emisiones de carbono en el tratamiento de efluentes industriales*

#### Contenidos mínimos

- Tratamientos típicos.
- Tratamientos especiales. Neutralización. Precipitación. Adsorción.
- Diseño y optimización de plantas de tratamiento.
- Tratamiento de efluentes industriales típicos.
- Industrias Lácteas. Frigoríficos. Petroquímicas. Curtiembres
- Diseño y optimización de plantas de tratamiento de efluentes industriales.
- Tecnologías aplicadas al tratamiento del líquido industrial.

#### Trabajo Práctico

- Análisis de parámetros del efluente crudo y predimensionado del sistema de tratamiento para una industria según sea del tipo de líquidos con contaminantes orgánicos e inorgánicos.

## Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## Bibliografía

- John Arundel "Tratamiento de Aguas Negras y Efluentes Industriales". Editorial Acribia Sa. (2000).
- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York (2014).
- Biological Waste Treatment-W. W. Eckenfelder-D. J. O'Connor (2013).
- Jairo Alberto Romero Rojas "Tratamiento de Aguas residuales por Lagunas de Estabilización". Editorial: Alfaomega (2000).
- Reglamentación de Estándares y Normas sobre Vertidos para la Preservación del Recurso Hídrico Provincial Decreto 847/16 – Prov. de Córdoba. (NORMA VIGENTE).
- Design and construction of sanitary and storm sewers - practice manual N°9 WPCF
- "Stenco-Tratamientos de Aguas", 5ta edición-(2022).
- Tratamiento de aguas residuales. Un Enfoque práctico. - David L. Rusell (2012).
- Caracterización de residuos industriales - Sonia Olvera Lobo (2012).
- Tratamiento de Efluentes Cloacales e Industriales. Bioingepro (2021).
- Tratamiento de efluentes industriales: del pretratamiento al reuso - Ecopreneur (2024).

### 5.8.12 Residuos Sólidos Urbanos.

#### Objetivos

- *Identificar y gestionar la contaminación por residuos sólidos urbanos de diversa índole.*
- *Desarrollar las habilidades para la aplicación de diferentes alternativas de tratamiento de los residuos desde una perspectiva de gestión integral.*
- *Adquirir el lenguaje correcto y específico de la materia.*
- *Identificar y resolver los problemas que se presenten en la industria o en cualquier actividad productiva generadora de RSU, Residuos industriales o Residuos especiales.*
- *Profundizar los conocimientos en los siguientes contenidos medioambientales:*  
Gestión integral de residuos con enfoque en la economía circular  
Tecnologías para la reducción de emisiones. Aprovechamiento energético del biogás.  
Revalorización de RSU. Técnicas ambientales. Compostaje.

#### Contenidos mínimos

- Residuos sólidos. Definición. Clasificación. Características. Residuos domiciliarios. Higiene urbana. Servicio de recolección. Circuitos de recolección. Servicios especiales.
- Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos. Programación del servicio. Barrido y limpieza. Equipamiento. Limpieza mecánica. Servicios especiales. Diagramación del servicio. Planificación de un sistema de recolección de residuos sólidos urbanos.
- Disposición final. Basural a cielo abierto. Relleno sanitario. Sistemas de transformación biológica. Industrialización. Reciclaje. Sistemas de transformación térmica. Otros métodos. Selección de alternativas para una comunidad. Planificación de un sistema de disposición final de residuos sólidos urbanos.
- Residuos peligrosos. Ley 24051. Transporte. Tratamiento y disposición final. Rellenos de seguridad. Residuos patológicos. Procedencia. Clasificación y separación en origen. Recolección. Incineración. Disposición final.

### **Trabajos Prácticos**

- T.P. N°1:  
Diseño de rutas para la recolección en un ejido urbano selección de la más conveniente.
- T.P. N°2:  
Relleno Sanitario. Instalaciones para recolección y tratamiento del lixiviado.

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Elias Castells, Xavier “Tratamiento y Valoración Energética de Residuos.” (Director). Díaz de Santos. Madrid. 1228 pp (2021).
- “Gestión Integral de los RSU”. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (A.I.D.I.S.) Pilar Tello Esperanza; Carci Campani; Diana R. Serafín (2018).
- “Revisión Bibliográfica sobre RSU” Sonia R. Nierwida; Juan C. Michalus; Gabriela B. Gavazzo. (2023).
- “Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios” - Manuales CEPAL- Esteban Rondon Toro; Marcelo Szantó Narea; Juan F. Pacheco; Eduardo Contreras; Alejandro Alvarez. Año 2016 - Sgo. de Chile.

- “Basurales a Cielo Abierto (BCA) en la ciudad de Córdoba Argentina-Lineamientos para la gestión Integral”. Fernandez Sciafa, Betania; Del Sueldo, Rubén; Alvarez, Eugenia. Año (2019).
- Introducción a la Ingeniería Medioambiental. Gilbert M. Masters, Wendell P. Ela. Ed. Pearson. España. 737 pp (2014).
- Glynn Henry y Gary Heinke. “Ingeniería Ambiental”. Ed. Prentice Hall. 778 pp. (2021).
- Lema, I.I.; Zuk, M.; Rojas-Bracho, L. “Introducción al análisis de riesgos ambientales.” Segunda edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología. México (2010).

### 5.8.13 Sistemas de Captación, Transporte y Distribución de Agua Potable I.

#### Objetivos

- *Diseñar y calcular redes de distribución de agua potable, incorporando modelos hidráulicos y automatismos al análisis teórico – práctico en lo referente a obra y funcionamiento de un sistema de agua potable.*
- *Fortalecer los conocimientos en los siguientes aspectos medioambientales:  
Reducción del ANC (agua no contabilizada) en redes de distribución.  
Telemetrización de micro y macro medidores.  
Tuberías de materiales reciclados con alta durabilidad y bajo impacto ambiental. Micro y macro medición.*

#### Contenidos mínimos

- Obras de captación. Subterráneas, subálveas y superficiales.
- Obras de conducción. Acueductos. Criterios de diseño hidráulico.
- Estaciones de bombeo. Diseño y optimización.
- Aspectos constructivos y operativos.

#### Trabajos Prácticos

- T.P. N° 1:  
Dimensionado de una red distribuidora (red maestra) de agua potable con métodos a elección para su comparación.
- T.P. N° 2:  
Análisis de Nudo del T.P.N° 1 con su cómputo métrico y presupuesto.

#### Modalidad de Evaluación

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## **Bibliografía**

- Volumen I – II Normas Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa) (NORMA VIGENTE).
- Manual Técnico del Agua – Degrémont séptima Edición. Ediciones Mensajero Unipersonal. (2016).
- Manual de Hidráulica (9na. Edición) José M. Azevedo Neto. Editorial Edgar Bucher Ltda. (2015).

### **5.8.14 Sistemas de Captación, Transporte y Distribución de Agua Potable II.**

#### **Objetivos**

- *Diseñar y calcular redes de distribución de agua potable, incorporando modelos hidráulicos y automatismos al análisis teórico – práctico en lo referente a obra y funcionamiento de un sistema de agua potable.*
- *Desarrollar competencias en los siguientes contenidos medioambientales:*  
*Tuberías de materiales reciclados con alta durabilidad y bajo impacto ambiental. Micro y macro medición.*  
*Uso de materiales sostenibles en redes de distribución.*  
*Incorporación de energías renovables en el transporte y monitorización de sistemas de agua.*

#### **Contenidos mínimos**

- Redes de distribución. Tipos.
- Componentes de la red. Accesorios.
- Almacenamiento y regulación.
- Modelación y análisis hidráulico.
- Gestión y operación de redes.
- Sostenibilidad y resiliencia.

#### **Trabajos Prácticos**

- T.P. N° 1:

Aplicación de modelos hidráulicos para el dimensionado y verificación de una red distribuidora de agua potable.

- T.P. N° 2:

Análisis de suministro mediante energías renovables a un sistema de distribución.

#### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma

individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Volumen I – II Normas Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa) (NORMA VIGENTE).
- Manual de Hidráulica (9na. Edición) José M. Azevedo Neto. Editorial Edgar Bucher Ltda. (2015).
- <https://epanet.es/manuales/epanet-2-manual-de-usuario-espanol/>
- <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watercad>

### **5.8.15 Sistemas de Drenaje Urbano Cloacal y Pluvial I.**

#### **Objetivos**

- *Afianzar y profundizar los conocimientos adquiridos en el grado en proyecto, monitoreo y optimización de sistemas en servicio.*
- *Consolidar destrezas en los siguientes contenidos vinculados a la sostenibilidad:*  
*Diseño de sistemas de drenaje con menor impacto ambiental.*  
*Consideraciones ambientales de la infiltración desde sistemas cloacales.*  
*Sistemas de monitoreo.*

#### **Contenidos mínimos:**

- Red Colectora cloacal. Objeto. Diseño.
- Hidráulica de circulación.
- Metodología de Proyecto (Normas).
- Modelos de cálculo.

#### **Trabajos Prácticos**

- T. P. N°1:  
  
Dimensionado de una red colectora de efluentes cloacales para un ejido urbano y su cómputo métrico.
- T. P. N°2:  
  
Dimensionado de la obra necesaria para una interferencia (según el T.P.N° 1).

#### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

## **Bibliografía**

- Normas Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento ENOHSA (NORMA VIGENTE).
- Manual de Hidráulica (9na. Edición) José M. Azevedo Neto. Editorial Edgar Bucher Ltda. (2015).
- Azevedo Neto y Álvarez. Manual de Hidráulica. HARLA (2007).
- Steel, E. y Mc Gee, T. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado". Edit. Gili (1999).
- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, McGraw-Hill, New York (2014).
- W. Purschel "Tratado General del Agua y su Distribución". Tomo 7 Las Redes Urbanas de Saneamiento. (2004).
- Andersson, K., Rosemarin, A., Lamizana, B., Kvarnström, E., McConville, J., Seidu, R., Dickin, S., & Trimmer, C., Saneamiento, gestión de aguas residuales y sostenibilidad: de la eliminación de residuos a la recuperación de recursos (2ª ed.). (2020).
- Lopes, A., Calçada, J., Cardoso, A., & Covas, D., Digital transformation in the water distribution system based on the digital twins concept. *arXiv preprint*, arXiv:2412.06694. <https://arxiv.org/abs/2412.06694> (2024).

### **5.8.16 Sistemas de Drenaje Urbano Cloacal y Pluvial II.**

#### **Objetivos**

- *Afianzar y profundizar los conocimientos adquiridos en el grado en proyecto, monitoreo y optimización de sistemas en servicio.*
- *Fomentar hábitos responsables en los siguientes contenidos medioambientales:*  
*Sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) para la gestión de aguas pluviales*  
*Diseño y Aplicación de SUDs (Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible).*  
*Evaluación del impacto del proceso de urbanización en el ciclo hidrológico.*  
*Medidas de mitigación*

#### **Contenidos mínimos:**

- Desagües Pluviales Urbanos. Objetivos
- Parámetros de diseño.
- Componentes de una red.
- Modelos de cálculo.

#### **Trabajos Prácticos**

- T. P. N°1:  
  
Dimensionado de una red pluvial para un ejido urbano y su cómputo métrico.
- T. P. N°2:

Dimensionado de la obra necesaria para una interferencia (según el T.P.N° 1).

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Normas Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento ENOHSa (NORMA VIGENTE).
- Manual de Hidráulica (9na. Edición) José M. Azevedo Neto. Editorial Edgar Bucher Ltda. (2015).
- Azevedo Neto y Álvarez. Manual de Hidráulica. HARLA (2007).
- Steel, E. y Mc Gee, T. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado". Edit. Gili (1990).
- W. Purschel "Tratado General del Agua y su Distribución". Tomo 7 Las Redes Urbanas de Saneamiento. (2004).
- Andersson, K., Rosemarin, A., Lamizana, B., Kvarnström, E., McConville, J., Seidu, R., Dickin, S., & Trimmer, C., Saneamiento, gestión de aguas residuales y sostenibilidad: de la eliminación de residuos a la recuperación de recursos (2ª ed.). (2020).
- Lopes, A., Calçada, J., Cardoso, A., & Covas, D., Digital transformation in the water distribution system based on the digital twins concept. *arXiv preprint*, arXiv:2412.06694. <https://arxiv.org/abs/2412.06694> (2024).

### **5.8.17 Gestión - Planificación - Tarifas - Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios I.**

#### **Objetivos**

- *Conocer y analizar las pautas para el enfoque en gestión sus aspectos más importantes, tarifas y la operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento básico.*
- *Afianzar los siguientes contenidos medioambientales:  
Incorporación de criterios de sostenibilidad en la gestión de servicios sanitarios.  
Etiquetado Ambiental de sistemas sanitarios  
Planificación de tarifas que promuevan el uso eficiente de los recursos.  
Monetización de créditos de carbono en sistemas sanitarios  
Valoración económica de los impactos ambientales de los sistemas sanitarios*

#### **Contenidos mínimos**

- Gestión de proyectos y gestión estratégica.
- Planificación de servicios sanitarios.

- Modelos de gestión.
- Conservación y Explotación de los Servicios (primera parte).
- Tarifas. Conceptos. Tipos.

### **Trabajos Prácticos**

- T. P. N°1:

Programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de un equipamiento electromecánico.

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Armesto, Delgadino, R. Alvarelos, Bracamonte, Albrisi, Arranz. “Precio y Costos de las Construcciones”. Edit. Alejandría. (2020).
- Manuales de Mantenimiento de equipos Flygt, Grundfos, Motoarg, KSB y otros. (2022).
- IDEA – CICAP – OEA “Análisis Tarifario en las Empresas Públicas”. (2018).
- Régimen Tarifario Único para los prestadores de agua y saneamiento. ERSEP (2016).

## **5.8.18 Gestión - Planificación - Tarifas - Operación y Mantenimiento de los Servicios Sanitarios II.**

### **Objetivos**

- *Conocer y analizar las pautas para el enfoque en gestión sus aspectos más importantes, tarifas y la operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento básico.*
- *Enriquecer la práctica profesional con perspectiva ambiental en:  
Incorporación de criterios de sostenibilidad en la gestión de servicios sanitarios. Etiquetado Ambiental de sistemas sanitarios  
Planificación de tarifas que promuevan el uso eficiente de los recursos.  
Monetización de créditos de carbono en sistemas sanitarios  
Valoración económica de los impactos ambientales de los sistemas sanitarios*

### **Contenidos mínimos**

- Conservación y Explotación de los Servicios (segunda parte).
- Gestión de la calidad y eficiencia.

- Sostenibilidad económica y social.
- Tarifas. Conceptos. Tipos.
- Gestión ambiental y riesgos.

### **Trabajos Prácticos**

- T. P. N° 1:

Tarifas. Determinación de costos fijos y variables para un servicio de saneamiento (Agua, Desagües y Residuos Sólidos Urbanos)

### **Modalidad de Evaluación**

La evaluación se realizará mediante exámenes teórico-prácticos y/o el desarrollo de casos de aplicación, que los estudiantes elaborarán en forma individual y/o grupal, y expondrán ante el profesor a cargo. Se contemplará una instancia de recuperación en caso de ser necesaria.

### **Bibliografía**

- Armesto, Delgadino, R. Alvarelos, Bracamonte, Albrisi, Arranz. "Precio y Costos de las Construcciones". Edit. Alejandría. (2020).
- Manuales de Mantenimiento de equipos Flygt, Grundfos, Motoarg, KSB y otros. (2022).
- IDEA – CICAP – OEA "Análisis Tarifario en las Empresas Públicas". (2018).
- Régimen Tarifario Único para los prestadores de agua y saneamiento. ERSEP (2016).

## TRABAJOS PRÁCTICOS EN ESTABLECIMIENTOS EN OPERACIÓN

### Área: Potabilización

Lugar: Planta Potabilizadora

- Laboratorio de Procesos
  - Determinación de dosis óptima de coagulante ante distintos tipos de agua cruda, mediante el ensayo de jarras.
  - Manejo de equipos de mesada para la determinación, por ejemplo, de valores de pH, Cloro, turbiedad, etc.
  - Toma de muestras en distintas etapas del proceso.
  - Análisis de los datos obtenidos a los efectos de fundamentar decisiones en el tratamiento.
- Área: Estaciones de Bombeo

Análisis de las curvas de funcionamiento en una estación, por ejemplo, demanda, caudal, presión, parámetros eléctricos, etc.

- Área: Redes distribuidoras
  - Accesorios de una red, distintos materiales, análisis de nudos, variantes para empalmes y reparaciones.
  - Monitoreo de una red mediante curvas, presiones, caudales, etc.
  - Fugas invisibles detectadas con equipos y metodología ad-hoc.

### Área: DEPURACIÓN DE EFLUENTES CLOACALES

Lugar: Establecimiento Depurador de Aguas Residuales (EDAR)

- Laboratorio de Procesos
  - Parámetros que indican la calidad de los lodos.
  - Manejo de equipos de mesada para la determinación por ejemplo de valores de pH, Cloro, turbiedad, DQO, etc.
  - Toma de muestras en distintas etapas del proceso.

- Análisis de los datos obtenidos a los efectos de fundamentar decisiones en el tratamiento.

- Estaciones de Bombeo

Análisis de las curvas de funcionamiento en una estación, por ejemplo, demanda, caudal, parámetros eléctricos, etc.

- Redes Colectoras

- Accesorios de una red, distintos materiales, interferencias, variantes para empalmes y reparaciones.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Factibilidades.

Área: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

- Rutas para recolección.
- Cantidades (tn/día).
- Enterramiento monitoreo.
- Otros residuos.