Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

UTEC
Universidad Tecnológica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL

RESOLUCIÓN Nº	
457	/26

REFERENCIA: NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE LA INGENIERÍA EN AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE PLAN 2026.

Durazno, 8 de octubre de 2026.

VISTO: La propuesta recibida desde la Dirección de Educación, para aprobar el nuevo Plan de Estudios de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, Plan 2026.

RESULTANDO:

I. Que la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible se imparte en UTEC desde el año 2017 y constituye una propuesta formativa de grado en el marco del Departamento de Sostenibilidad Ambiental de UTEC.

II. La propuesta evoluciona de modificar el Plan de Estudios de la carrera, responde a reformulaciones que se entienden necesarias para acompañar cambios del sector socioproductivo, agroproductivo, las transformaciones ambientales aceleradas, los nuevos marcos regulatorios nacionales.

III. Que el Área de Diseño y Desarrollo Curricular de la Dirección de Educación ha validado la propuesta de ajustar el Plan de Estudios, emitiendo informe favorable.

CONSIDERANDO:

I. La Ley de creación de UTEC Nº 19.043 del 28 de diciembre de 2012 y sus modificativas, la cual dispone en su artículo 16 literal F) entre las competencias del Consejo Directivo Central, la de aprobar los Planes de Estudios y las modificaciones a los mismos

II. La Ordenanza de Estudios y Titulaciones, artículos 21 y 22, aprobada por el Consejo Directivo Central provisorio por Resolución 478/23 del 29 de agosto de 2023.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

III. Que por Resolución N° 345/16, de fecha 16 de diciembre de 2016, y sus modificativas: Resoluciones N° 487/21, N° 500/21 y N° 506/24, se aprobó el Plan de Estudios correspondiente, así como las posteriores modificaciones y ajustes efectuados al mismo.

IV. Que la Asesoría Jurídica de la Dirección de Educación informa favorablemente sobre la propuesta y se confirma que se adecua a la normativa vigente.

ATENTO: a lo precedentemente expuesto;

EL CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
RESUELVE:

1º. Aprobar el nuevo Plan de Estudios 2026 de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, a impartirse a partir de marzo de 2027, para las cohortes 2027 en adelante, el que se adjunta a la presente Resolución y la integra.

2º. Aprobar el Plan de Homologaciones previsto en el punto 14.2 del Plan de Estudios 2026, aplicable progresivamente a las cohortes 2016 a 2025, que se encuentran cursando el Plan 2016.

3°. Aprobar la expedición del Título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible a quienes cumplan con la totalidad de los requisitos establecidos en el Plan de Estudios; así como su titulación intermedia de Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible.

4°. Comuníquese y publíquese a todos los efectos.

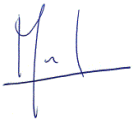
Firmado por:
A9BD255A899F4F0...
Dr. Carlos Batthyány
Rector
Universidad Tecnológica

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Firmado por:

48CB5C8A90E7434...

Mg. Ing. Felipe Fajardo
Consejero
Universidad Tecnológica

Firmado por:

D7B5B485E94D4C8...

Dr. Marcelo Ubal
Consejero
Universidad Tecnológica

Firmado por:

A2103963AD7E4F0...

MSc. Álvaro Pena
Consejero
Universidad Tecnológica

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Universidad Tecnológica - UTEC

Uruguay

Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible

con titulación intermedia de:

Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible

Plan de Estudios 2026

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Índice

1. Introducción y fundamentación de la propuesta formativa 6
1.1. El agua como eje central del desarrollo sostenible y el escenario global 6
1.2. La matriz productiva uruguaya y la imperiosa necesidad de resiliencia 6
1.3. Impacto ambiental, calidad del agua y el paradigma de la economía circular 7
1.4. Evolución de la profesión y los motivos del cambio de plan de estudios 8
1.5. El modelo pedagógico y el anclaje territorial de UTEC 9
1.6. Conclusión de la fundamentación 10
2. Objetivo general 10
3. Objetivos específicos 11
4. Perfil de egreso 11
4.1. Tramo Tecnólogo/a 11
4.2. Tramo Ingeniería 12
5. Áreas de dominio y competencias asociadas 12
5.1. Tramo Tecnólogo/a 12
5.2. Tramo Ingeniería 13
6. Matriz de saberes 14
6.1. Tramo Tecnólogo/a 14
6.2. Tramo Ingeniería 17
7. Malla curricular 25
7.1. Descripción de la duración total en años, semestres, horas totales y créditos 25
7.2. Distribución de unidades curriculares, horas totales y créditos 25
7.3. Tabla general de organización de unidades curriculares por línea troncal 31
7.4. Sistema de créditos 33
8. Modalidad de carrera 33
9. Evaluación de competencias 35
9.1. Evaluación intermedia de competencias 35
9.2. Evaluación final de competencias 36
10. Requisitos de ingreso 36
11. Requisitos de egreso 37
12. Titulación 37
13. Bibliografía 38

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

14.2. Homologación entre unidades curriculares del plan 2026 y el plan 2016 390

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

1. Introducción y fundamentación de la propuesta formativa

1.1. El agua como eje central del desarrollo sostenible y el escenario global

En el transcurso del siglo XXI, la gestión integral de los recursos hídricos ha dejado de ser un tema exclusivamente ambiental para posicionarse como el pilar central del desarrollo geopolítico, económico y social a nivel global. Nos encontramos inmersos en una era definida por el cambio climático, fenómeno que ha alterado de manera irreversible los regímenes de precipitaciones. El aumento sistemático en la frecuencia, intensidad y duración de eventos climáticos extremos -como las sequías prolongadas y las inundaciones severas- exige una revisión profunda y urgente de nuestros modelos productivos, urbanísticos y de consumo.

A nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) advierte que la agricultura y la producción de alimentos consumen aproximadamente el 70% de la extracción de agua dulce disponible, mientras que la industria y el abastecimiento doméstico compiten ferozmente por el porcentaje restante. Este escenario configura lo que los expertos denominan el "nexo agua-energía-alimentos", un delicado equilibrio donde la alteración de uno de los factores pone en riesgo inmediato a los demás. Frente a esto, la ingeniería aplicada al agua asume un rol protagónico e ineludible. Transitar hacia sistemas que garanticen la seguridad hídrica, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (particularmente el ODS 6 sobre Agua Limpia y Saneamiento, el ODS 2 de Hambre Cero y el ODS 12 de Producción y Consumo Responsables), requiere de profesionales con una formación transdisciplinaria, capaces de aportar soluciones técnicas en escenarios de alta incertidumbre climática.

1.2. La matriz productiva uruguaya y la imperiosa necesidad de resiliencia

La República Oriental del Uruguay posee una matriz económica, social y cultural fuertemente anclada en el sector agropecuario y agroindustrial. La exportación de materias primas y de bienes con valor agregado de origen biológico (carne, lácteos, soja, arroz, celulosa) representa el indiscutible motor de la economía nacional. Sin embargo, para mantener y mejorar la

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

competitividad del país en mercados internacionales -que hoy exigen rigurosas certificaciones de trazabilidad ambiental y de huella hídrica-, Uruguay ha delineado una estrategia de desarrollo productivo enmarcada en el concepto de "Uruguay Agro-inteligente".

Este paradigma se apoya en la intensificación sostenible: el objetivo es aumentar la productividad por hectárea y por animal maximizando la eficiencia en el uso de los insumos. No obstante, la vulnerabilidad climática de Uruguay ha quedado dramáticamente expuesta en la última década. El país ha atravesado déficits hídricos históricos (como la severa sequía del período 2020-2023) que impactaron duramente en el Producto Bruto Interno (PBI), redujeron drásticamente los rendimientos de los cultivos de secano, afectaron las pasturas para la ganadería y la lechería, y comprometieron incluso las reservas de agua potable.

Para blindar la economía nacional y asegurar la viabilidad de sus cadenas productivas, el manejo estratégico del agua es mandatorio. El país enfrenta el doble desafío de expandir significativamente su área bajo riego para estabilizar los rendimientos y garantizar la previsibilidad productiva, al tiempo que debe gestionar los excesos hídricos mediante sistemas de drenaje eficientes que protejan la estructura física, química y biológica de los suelos, previniendo la erosión hídrica y la consecuente pérdida de nutrientes.

1.3. Impacto ambiental, calidad del agua y el paradigma de la economía circular

La intensificación agrícola, sumada al desarrollo y la concentración de la agroindustria, ha traído aparejada una presión sin precedentes sobre los ecosistemas acuáticos. En los últimos años, Uruguay ha registrado un evidente deterioro en la calidad de sus principales cuencas hidrográficas (como las del Río Santa Lucía, el Río Negro y el Río Uruguay). Este deterioro se manifiesta a través de fenómenos recurrentes de eutrofización y la consecuente floración de cianobacterias, afectando tanto la biodiversidad como la viabilidad del agua para el uso recreativo y el consumo humano.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Estos problemas tienen un origen difuso y puntual. Derivan, por un lado, de la escorrentía de nutrientes (nitrógeno y fósforo) provenientes de la fertilización agrícola; y por otro, del manejo subóptimo de efluentes de sistemas intensivos como tambos, corrales de engorde (*feedlots*), frigoríficos, curtiembres e industrias lácteas.

Abordar este desafío requiere un cambio de paradigma: pasar del tradicional "tratamiento y descarte" hacia la economía circular. Los efluentes y residuos orgánicos ya no pueden ser concebidos como "basura" que debe ser tratada para cumplir con una normativa de vertido, sino que deben ser vistos como una fuente de recursos valiosos. La recuperación de agua para reúso industrial, la captura de biogás para la generación de energía renovable y la estabilización de lodos para su uso como biofertilizantes son áreas donde la demanda de soluciones ingenieriles innovadoras crece de forma exponencial.

1.4. Evolución de la profesión y los motivos del cambio de plan de estudios

En sus inicios, la UTEC respondió a la escasez de capital humano en estas áreas mediante la creación de un programa enfocado específicamente en el Riego, el Drenaje y el Manejo de Efluentes (Plan RIDE). Si bien esta propuesta fue pionera y exitosa, el acelerado dinamismo del entorno ambiental, las nuevas regulaciones del Estado y los recientes eventos de crisis hídrica a nivel nacional demostraron que el campo de acción del profesional debía expandirse significativamente.

Este diagnóstico impulsó un proceso de rediseño curricular profundo, dando lugar al nuevo plan de estudios de la Ingeniería en Agua (IAGUA). Este cambio de plan no es una mera actualización de contenidos, sino una refundación epistemológica y práctica de la carrera para responder a los siguientes desafíos contemporáneos:

- **De la intervención predial a la Gobernanza de Cuencas:** El enfoque anterior ponía su mayor énfasis "tranqueras adentro" de los establecimientos. Hoy, es innegable que cualquier intervención hidrológica repercute en todo un sistema. El nuevo plan incorpora de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

forma estructural los conceptos de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), capacitando al egresado para analizar escenarios hidrológicos a nivel de cuenca, modelar impactos ambientales, mediar en conflictos de uso entre diferentes actores sociales y productivos, y asesorar en el diseño de políticas públicas.

- **Incorporación estratégica de la Potabilización:** La reciente crisis hídrica que afectó al área metropolitana de Uruguay dejó una lección ineludible: la gestión del agua agrícola e industrial está íntimamente ligada al aseguramiento del agua para consumo humano. El nuevo currículo amplía radicalmente el horizonte del ingeniero, otorgándole competencias formales en el diseño, operación y mantenimiento de sistemas de potabilización de agua, cubriendo así una de las mayores demandas técnicas de los entes estatales y del sector privado.
- **Transición tecnológica y revolución AgTech:** El monitoreo y gestión del agua atraviesan una revolución digital. El uso generalizado de la Internet de las Cosas (IoT), la teledetección (uso de satélites y drones), los sistemas de información geográfica (SIG), el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data) y la automatización inteligente son hoy el estándar de la industria. El rediseño curricular asegura que los estudiantes no solo comprendan la hidráulica y la agronomía, sino que dominen estas tecnologías para lograr una "agricultura de precisión hídrica".
- **Fomento del Emprendedurismo de base Científico-Tecnológica:** El nuevo plan asume la responsabilidad de formar líderes y creadores de valor. Transciende la concepción del profesional como un mero operario técnico, incorporando explícitamente el desarrollo de competencias para la investigación aplicada, el liderazgo de proyectos interdisciplinarios y la creación de startups o empresas de base tecnológica que brinden servicios innovadores al sector agroindustrial.

1.5. El modelo pedagógico y el anclaje territorial de UTEC

Para llevar adelante esta ambiciosa propuesta formativa, el modelo institucional de la Universidad Tecnológica resulta el ecosistema ideal. Fiel a su mandato de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

descentralización y democratización del acceso a la educación terciaria universitaria, la UTEC instala e impulsa este programa en el interior del país, situándolo estratégicamente en el corazón de las zonas de mayor producción y de mayor presión sobre los recursos hídricos.

Este anclaje territorial permite que la carrera se desarrolle en constante sinergia con el medio productivo. El modelo educativo no se basa en clases teóricas aisladas de la realidad, sino que se fundamenta fuertemente en el "Aprender Haciendo" y en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Desde los primeros semestres, los estudiantes enfrentan problemas reales planteados por productores, industrias y gobiernos locales, desarrollando prototipos, proyectos de diseño e investigaciones aplicadas que culminan en soluciones concretas para el medio.

1.6. Conclusión de la fundamentación

En síntesis, la consolidación y actualización de esta propuesta formativa (en sus tramos de Tecnólogo/a y de Ingeniero/a) constituye una respuesta institucional estratégica a uno de los problemas más críticos del Uruguay contemporáneo.

Formar recursos humanos altamente especializados, capaces de integrar la fluidodinámica, la agronomía, la química ambiental, las herramientas digitales y la normativa legal, es la inversión más segura que el país puede realizar. Este programa asegura la existencia de profesionales dotados de la visión, el rigor científico y la sensibilidad social necesarios para proteger los ecosistemas acuáticos, garantizar la potabilidad del recurso para las comunidades y sostener un modelo agroindustrial productivo, ético y verdaderamente sostenible en el largo plazo.

2. Objetivo general

Formar profesionales con una visión integral e interdisciplinaria, dotados de los conocimientos teóricos, habilidades prácticas y herramientas tecnológicas necesarias para liderar la gestión sostenible de los recursos hídricos. El

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

programa busca capacitar a los estudiantes para diagnosticar, diseñar y resolver los desafíos actuales y futuros de las organizaciones vinculados al manejo de sistemas de riego, potabilización de agua y tratamiento de efluentes, promoviendo el desarrollo productivo bajo estrictos estándares de sostenibilidad.

3. Objetivos específicos

- **Capacitar en diseño y operación:** Proporcionar las competencias técnicas requeridas para el diseño, instalación, manejo y mantenimiento de sistemas de riego, drenaje y tratamiento de efluentes en el sector agropecuario y agroindustrial.
- **Impulsar la investigación y la innovación:** Fomentar el desarrollo de investigación aplicada y proyectos tecnológicos orientados a promover la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuenca.
- **Brindar servicios de extensión:** Desarrollar capacidades para que los estudiantes y egresados brinden asesoramiento especializado a actores públicos, privados y de la sociedad civil frente a las demandas tecnológicas, normativas y ambientales del entorno.

4. Perfil de egreso

4.1. Tramo Tecnólogo/a

Quien egresa de este tramo, está capacitado para intervenir operativamente en la prevención y solución de problemas vinculados al agua y los efluentes, actuando siempre dentro del marco legal y sustentable. Sus principales áreas de dominio son:

- **Riego y drenaje:** Instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje agrícola bajo una visión de sostenibilidad.
- **Gestión de calidad del agua:** Operar sistemas de potabilización de agua, así como plantas de tratamiento y valorización de efluentes y residuos, identificando problemas ambientales recurrentes.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- **Trabajo interdisciplinario:** Integrar activamente equipos de trabajo en empresas agroindustriales, proyectos de infraestructura hídrica u organismos reguladores.
- **Asesoramiento normativo:** Orientar a productores y a la sociedad civil sobre normas, procedimientos y responsabilidades asociadas a la conservación del agua y el suelo.

4.2. Tramo Ingeniería

Quienes egresan de la Ingeniería, adquieren competencias avanzadas, analíticas y de liderazgo para gestionar de forma compleja e integral los recursos hídricos. Sus áreas de dominio abarcan:

- **Diseño y optimización:** Diseñar, evaluar y modernizar distritos de riego y sistemas de drenaje agrícola, integrando variables agronómicas, hidráulicas, económicas y ambientales con un enfoque de cuenca.
- **Implementación tecnológica:** Diseñar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua y aplicar tecnologías apropiadas para el tratamiento y la valorización de efluentes agropecuarios e industriales.
- **Gobernanza del agua:** Adoptar e implementar prácticas de gestión integrada de recursos hídricos para asesorar estratégicamente a productores, empresas y tomadores de decisión basándose en principios éticos, legales y de productividad.
- **Innovación y emprendedurismo:** Liderar investigaciones, desarrollar soluciones innovadoras y generar emprendimientos de base científica, tecnológica o ingenieril que aporten valor a la cadena agroindustrial.

5. Áreas de dominio y competencias asociadas

5.1. Tramo Tecnólogo/a

Tabla 1. Áreas de dominio y competencias – tramo Tecnólogo/a

ÁREA DE DOMINIO	COMPETENCIAS

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

ÁREA 1: Instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje agrícola	1.1. Instalar y gestionar sistemas de riego y drenaje con una visión sostenible
	1.2. Identificar, prevenir y controlar los factores de deterioro de los sistemas de riego y drenaje
ÁREA 2: Gestionar sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos	2.1. Identificar y evaluar problemas ambientales generados en las actividades productivas
	2.2. Obtener, procesar e interpretar datos para la evaluación y monitoreo del ambiente, así como el seguimiento de procesos
	2.3. Operar y mantener sistemas de potabilización de agua, así como de manejo, tratamiento y valorización de efluentes y residuos
ÁREA 3: Integrar equipos de trabajo en empresas u organizaciones (públicas y/o privadas), que desarrollan proyectos de riego/efluentes, así como también de entidades que regulan el uso de los recursos agua y suelo	3.1. Identificar acciones que contribuyan a una mayor eficiencia y eficacia de las actividades relacionadas al uso y conservación del agua y el suelo
	3.2. Interpretar los resultados de análisis físico-químicos de suelos, aguas, fertilizantes y material vegetal y asesorar sobre sus implicancias productivas y ambientales
	3.3 Brindar asistencia técnica sobre la selección, instalación y funcionamiento de equipos de riego y de manejo de efluentes, en instancias de consultoría, soporte y venta
	3.4 Analizar y ejecutar proyectos que involucran el uso del agua para riego y el manejo de efluentes, en el marco de equipos de trabajo que ofrecen servicios a productores agropecuarios e industriales
ÁREA 4: Asesorar a las partes interesadas sobre aspectos normativos que regulan el uso de los recursos hídricos y el manejo de los efluentes y residuos sólidos.	4.1. Asesorar a actores públicos, privados y sociedad civil sobre roles y responsabilidades, normas, procedimientos y mecanismos de toma de decisión relacionados al uso y conservación del agua y el suelo

5.2. Tramo Ingeniería

Tabla 2. Áreas de dominio y competencias – tramo Ingeniería

ÁREA DE DOMINIO	COMPETENCIAS
ÁREA 1: Diseñar, evaluar, optimizar y modernizar los distritos y módulos de riego	1.1. Diseñar sistemas de riego agronómica e hidráulicamente en función de la racionalización de recursos considerando aspectos económicos, ambientales y sociales, teniendo en cuenta el/los predio/s en estudio y las zonas de influencia del proyecto (cuenca).

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

	1.2. Evaluar, mantener y operar los sistemas de riego del/los productor/res beneficiado/s por el proyecto, optimizando el uso del agua, suelo y energía.
	1.3 Diseñar, ejecutar y mantener obras hidráulicas, según requerimientos técnicos.
	1.4. Tecnificar los distritos y módulos de riego de acuerdo a las necesidades de los usuarios.
ÁREA 2: Implementar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos	2.1. Implementar tecnologías apropiadas y sostenibles para la potabilización de agua
	2.2. Gestionar sistemas de potabilización de agua
	2.3. Implementar tecnologías apropiadas y sostenibles para el manejo, tratamiento y valorización de residuos y efluentes
	2.4. Gestionar sistemas de manejo, tratamiento y valorización de residuos y efluentes
ÁREA 3: Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícola.	3.1. Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícolas para la conservación del suelo proporcionando condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos mediante la eliminación del exceso de agua y sales
ÁREA 4: Adoptar e implementar prácticas de gestión integrada de recursos hídricos y de gobernanza del agua a nivel de cuenca	4.1. Asesorar desde una perspectiva de productividad y sostenibilidad con principios éticos y legales a productores, empresas, organismos públicos y/o privados en actividades relacionadas al uso sostenible y manejo integrado de recursos hídricos
ÁREA 5: Investigar, innovar y desarrollar emprendimientos de base científica, tecnológica e ingenieril en las áreas de competencia	5.1. Generar proyectos de base científica, tecnológica y/o ingenieril

6. Matriz de saberes

6.1. Tramo Tecnólogo/a

ÁREA DE DOMINIO 1: Instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje agrícola

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Instalar y gestionar sistemas de riego y drenaje con una visión sostenible	Planifica el uso del suelo a nivel predial. Describe propiedades del suelo y su capacidad de uso	Identifica y propone un uso y manejo del suelo teniendo en cuenta productividad y sostenibilidad	Seguro de sí mismo y proactivo en la búsqueda de información (sabe lo que necesita y como se obtiene)	Es respetuoso y considerado con todos los actores del proceso

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

	Aplica principios, metodologías y herramientas de gestión, instalación y monitoreo	Identifica y propone posibles alternativas existentes para mejorar la producción y atenuar los costos económicos, sociales y medioambientales	Seguridad en sí mismo	Actúa y toma decisiones en situaciones de stress e imprevistas
	Conoce la normativa vigente	Aplica los procedimientos, normas y parámetros de calidad para una producción sostenible	Compromiso con la preservación del medio ambiente	Promueve el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, aguas y suelos
Identificar, prevenir y controlar los factores de deterioro de los sistemas de riego y drenaje	Define procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones	Aplica procedimientos para el mantenimiento de equipos e instalaciones	Proactivo en los procesos de actualización de los equipos	Capacidad de trabajar en equipo y colaborar técnicamente

AREA DE DOMINIO 2: Gestionar sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos.

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Identificar y evaluar problemas ambientales generados en las actividades productivas	Identifica y analiza críticamente el impacto ambiental de las actividades productivas	Aplica los conocimientos adquiridos para revelar, mediante técnicas de diagnóstico, los factores de incidencia a atender	En base al pensamiento crítico toma decisiones correctas y técnicamente fundadas para minimizar el impacto de las actividades	Responsabilidad social y ética para la correcta aplicación de sus conocimientos y juicios
Obtener, procesar e interpretar datos para la evaluación y monitoreo del ambiente, así como el seguimiento de procesos	Conoce metodologías y herramientas de análisis y monitoreo	Obtiene, procesa y analiza cuali- y cuantitativamente datos	Realiza las tareas de forma metódica, resguardando la información obtenida	Analiza objetivamente situaciones en línea con los valores éticos de la profesión
Operar y mantener sistemas de potabilización de agua, así como de manejo, tratamiento y valorización de efluentes y residuos	Conoce, opera y mantiene tecnologías según las especificaciones brindadas	Reconoce y soluciona problemas operativos de las tecnologías implementadas	En base al pensamiento crítico y considerando la sostenibilidad de los procesos toma las decisiones adecuadas	Capacidad de trabajar en equipos inter- y multidisciplinarios, teniendo en cuenta las condiciones, capacidades y necesidades del entorno

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

ÁREA DE DOMINIO 3: Integrar equipos de trabajo en empresas u organizaciones (públicas y/o privadas), que desarrollan proyectos de riego/efluentes, así como también de entidades que regulan el uso de los recursos agua y suelo.

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Identificar acciones que contribuyan a una mayor eficiencia y eficacia de las actividades relacionadas al uso y conservación del agua y el suelo	Comprende el papel del riego y del manejo de efluentes en la producción agropecuaria y agroindustrial como factor fundamental en el sistema productivo del país	Aporta a las inquietudes y requerimientos de los clientes y tomadores de decisión	Aporta a la toma decisiones fundadas en evidencias derivadas de experiencia y trabajos propios o literatura pertinente	Participa en ámbito de discusión: compartir ideas, criticar. Capaz de comunicarse de forma oral y escrita
	Conocimiento de los requerimientos fijados por cada organismo de contralor	Respeta y hace respetar la normativa vigente	Promueve y reconoce el cumplimiento de la normativa	Se comunica en forma efectiva
Interpretar los resultados de análisis físico-químicos de suelos, aguas, fertilizantes y material vegetal y asesorar sobre sus implicancias productivas y ambientales	Analiza críticamente la situación	Reconoce e interpreta datos e información	Colabora en la toma de decisiones como parte del equipo de trabajo	Capaz de comunicarse de forma oral y escrita
Brindar asistencia técnica sobre la selección, instalación y funcionamiento de equipos de riego y de manejo de efluentes, en instancias de consultoría, soporte y venta	Mejora y se actualiza en forma continua	Capacidad y disposición para la actualización permanente de sus conocimientos y saberes de forma autónoma	Seguridad en sí mismo y capacidad para actuar eficientemente	Se comunica en forma correcta y segura

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Analizar y ejecutar proyectos que involucran el uso del agua para riego y el manejo de efluentes, en el marco de equipos de trabajo que ofrecen servicios a productores agropecuarios e industriales	Identifica los problemas que poseen aquellos potenciales clientes	Identifica los diversos factores y actores de incidencia en el problema o en la demanda a atender	Soluciona problemas y realiza recomendaciones	Responsabilidad social y ética para la correcta aplicación de sus conocimientos y juicios

ÁREA DE DOMINIO 4: Asesorar a las partes interesadas sobre aspectos normativos que regulan el uso de los recursos hídricos y el manejo de los efluentes y residuos sólidos.

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Asesorar a actores públicos, privados y sociedad civil sobre roles y responsabilidades, normas, procedimientos y mecanismos de toma de decisión relacionados al uso y conservación del agua y el suelo	Responder a los requerimientos establecidos por los organismos de contralor	Respeta y hace respetar la normativa vigente	Promueve y reconoce el cumplimiento de la normativa. Compromiso con la preservación del medio ambiente	Se comunica en forma efectiva

6.2. Tramo Ingeniería

ÁREA DE DOMINIO 1: Diseñar, evaluar, optimizar y modernizar los distritos y módulos de riego.

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Diseñar sistemas de riego agronómica e hidráulicamente en función de la racionalización de recursos considerando aspectos económicos, ambientales y sociales, teniendo en cuenta el/los predio/s en estudio y las zonas de influencia del proyecto (cuenca)	Planifica y diseña terrazas, identificando áreas aptas para su implementación, llevando en consideración los aspectos topográficos y de cultivos. Conoce los diferentes métodos y sistemas de riego por superficie, sus ventajas, desventajas, condiciones de aplicación adecuadas y requerimientos de sistematización y mantenimiento.	Es capaz de realizar una evaluación detallada del terreno considerando sus variables y sistematizarlo de manera adecuada. Instala y opera sistemas de riego por superficie. Aplica prácticas de conservación del suelo. Implementa y mantiene terrazas agrícolas.	Compromiso con la sostenibilidad y responsabilidad ambiental, presentado soluciones innovadoras y creativas. Autonomía y proactividad para la resolución de problemas de manera ética y profesional.	Demuestra una comunicación efectiva y habilidades de liderazgo, presentado una colaboración y trabajo en equipo altamente efectivos. Además, presenta responsabilidad social y ambiental. Es resiliente frente a los desafíos. Logra integrar el grupo para realización de las evaluaciones, sistematización y terrazamiento.
Evaluar, mantener y operar los sistemas de riego del/los productor/res beneficiado/s por el proyecto, optimizando el uso del agua, suelo y energía	Considera propuestas agronómicas, manejo del riego, mantenimiento de los sistemas de riego, (otras), que contribuyen al óptimo uso de agua, suelo y energía en el sistema de producción.	Es capaz de realizar ensayos de operación para corroborar el adecuado funcionamiento de sistemas de riego, así como ajustes según sea necesario para optimizar su rendimiento.	En función de los conceptos técnicos adquiridos, se ejecuta óptima planificación de los componentes en el proyecto. Las acciones planteadas están acordes y justificadas con el planteo del proyecto en ejecución.	Utiliza procedimientos formales para la conjugación acorde de los diversos ítems para el óptimo desempeño de la evaluación, mantenimiento y operación del sistema de riego. Organiza grupos multidisciplinarios fomentando el trabajo en equipo para la evaluación, mantenimiento y operación de sistemas de riego.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Diseñar, ejecutar y mantener obras hidráulicas, según requerimientos técnicos.	Logra diseñar, ejecutar y mantener las OH de acuerdo a las necesidades técnicas del proyecto, evaluando sus posibles impactos ambientales	Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con las OH. Moderniza y opera las OH, con la finalidad de incrementar la productividad de los sistemas y proteger el medio ambiente	Presenta pensamiento crítico adecuado para analizar las particularidades de las OH según las características del predio, con una comunicación efectiva plantea soluciones y recomendaciones técnicas viables y respetuosa con el medio ambiente. Proactivo en la resolución de problemas, con orientación a la seguridad y resultados.	Capacidad de abordar y resolver conflictos de manera constructiva, buscando soluciones efectivas. Trabaja en equipo de manera activa y cooperativa para alcanzar objetivos comunes. Es capaz de expresar ideas y opiniones de manera clara, respetuosa y directa, y escuchar activamente las perspectivas de los demás. Emplea materiales y estrategias para disminuir el impacto negativo al medio ambiente
Tecnificar los distritos y módulos de riego de acuerdo a las necesidades de los usuarios	Implementa acciones de tecnificación y modernización de la infraestructura de riego existente	Identifica posibles alternativas existentes para incrementar la eficiencia en la utilización de agua	Analiza las eficiencias con las que se opera y verifica su estado físico actual. Proactivo en los procesos de actualización de equipos	Capacidad de trabajar en equipo y colaborar técnicamente

ÁREA DE DOMINIO 2: Implementar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Implementar tecnologías apropiadas y sostenibles para la potabilización de agua	Identifica y analiza críticamente la situación y aplica principios y tecnologías apropiadas de manera autónoma	Aplica conocimientos adquiridos e identifica las posibles alternativas tecnológicas para mejorar los procesos haciéndolos más sostenibles.	En base al pensamiento crítico identifica y distingue la factibilidad ambiental y económica de distintas alternativas tecnológicas	Capacidad de trabajar en equipos inter- y multidisciplinarios, teniendo en cuenta las condiciones, capacidades y necesidades del entorno

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Gestionar sistemas de potabilización de agua	Conoce, opera y gestiona tecnologías	Reconoce y soluciona problemas operativos de las tecnologías implementadas y propone alternativas para mejorar la eficiencia de los procesos	Prioriza la operación adecuada de los sistemas considerando la sostenibilidad de los procesos	Capacidad de gestionar equipos de trabajo respetando la tolerancia a la diversidad
Implementar tecnologías apropiadas y sostenibles para el manejo, tratamiento y valorización de residuos y efluentes	Identifica y analiza críticamente la situación y aplica principios y tecnologías apropiadas de manera autónoma	Aplica conocimientos adquiridos e identifica las posibles alternativas tecnológicas para mejorar los procesos haciéndolos más sostenibles	En base al pensamiento crítico identifica y distingue la factibilidad ambiental y económica de distintas alternativas tecnológicas	Capacidad de trabajar en equipos inter- y multidisciplinarios, teniendo en cuenta las condiciones, capacidades y necesidades del entorno
Gestionar sistemas de manejo, tratamiento y valorización de residuos y efluentes	Conoce, opera y gestiona tecnologías	Reconoce y soluciona problemas operativos de las tecnologías implementadas y propone alternativas para mejorar la eficiencia de los procesos y la valorización de los subproductos	Prioriza la operación adecuada de los sistemas considerando la sostenibilidad de los procesos	Capacidad de gestionar equipos de trabajo respetando la tolerancia a la diversidad

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

ÁREA DE DOMINIO 3: Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícola

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícolas para la conservación del suelo proporcionando condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos mediante la eliminación del exceso de agua y sales	Tiene conocimiento acerca de: La identificación, pronostico y diagnóstico de los problemas de exceso de agua y sales en los suelos para el desarrollo de las actividades agrícola. La aplicación de las medidas pertinentes para prevenir, eliminar o reducir estos problemas. Metodologías para el mantenimiento y evaluación de sistemas de drenaje agrícola; Redacción de informes técnicos; Costos de implantación y mantenimiento de sistemas de drenaje agrícola	Diseña, planifica, supervisa, mantiene y evalúa los proyectos de drenaje para la solución de los problemas de mala drenaje y sales de los suelos agrícolas. Efectúa el análisis de los suelos, la precipitación, las aguas superficiales y subterráneas y el ciclo hidrológico de la zona para mitigar el problema del exceso de agua o sales del suelo. Administra los recursos humanos y materiales disponibles para la ejecución del proyecto o evaluación y/o mantenimiento del sistema. Propone planes de mantenimiento preventivo y correctivo desde el punto de vista técnico y económico de los sistemas de drenaje agrícola	Utiliza metodologías formales para solucionar los problemas con un sentido de responsabilidad social y con compromiso a las normas nacionales e internacionales	Presenta habilidades de liderazgo, comunicación y relaciones interpersonales de forma adecuada y cordial. Organiza grupos multidisciplinarios fomentando el trabajo en equipo para el diseño o evaluación y mantenimiento de sistemas de drenaje agrícola

ÁREA DE DOMINIO 4: Adoptar e implementar prácticas de gestión integrada de recursos hídricos y de gobernanza del agua a nivel de cuenca.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Asesorar desde una perspectiva de productividad y sostenibilidad con principios éticos y legales a productores, empresas, organismos públicos y/o privados en actividades relacionadas al uso sostenible y manejo integrado de recursos hídricos	Comprende el papel del riego y del manejo de efluentes en la producción agropecuaria y agroindustrial como factor fundamental en el sistema productivo del país	Atiende las inquietudes y requerimientos de los clientes y tomadores de decisión	Toma decisiones fundadas en evidencias derivadas de experiencia y trabajos propios o literatura pertinente	Participa en ámbitos de discusión: compartir ideas, criticar. Capaz de comunicarse de forma oral y escrita. Responsabilidad social y ética para la correcta aplicación de sus conocimientos y juicios
	Responder a los requerimientos establecidos por los organismos de contralor	Respeta y hace respetar la normativa vigente	Promueve y reconoce el cumplimiento de la normativa	Se comunica en forma efectiva
	Responder a objetivos ambientales, económicos y sociales promoviendo estrategias de adaptación y mitigación con un enfoque de cooperación multinivel entre usuarios, stakeholders y los diferentes niveles de gobierno para la gestión de los recursos hídricos	Reconoce e interpreta datos e información	Toma decisiones fundadas en conocimientos adquiridos y datos analíticos	Capaz de comunicarse de forma oral y escrita

ÁREA DE DOMINIO 5: Investigar, innovar y desarrollar emprendimientos de base científica, tecnológica e ingenieril en las áreas de competencia.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Competencia Medular	Saber (conocer)	Saber Hacer (Habilidades)	Saber Ser (Actitudes)	Saber Convivir (Interacción Social)
Generar proyectos de base científica, tecnológica y/o ingenieril	Conoce el método científico. Conoce e identifica los componentes y datos empíricos y reales del proyecto	Aplica el método científico. Realiza la caracterización y diagnóstico del área de estudio. Propone alternativas acordes a los requerimientos del proyecto	Muestra actitud crítica y responsable. Valora el aprendizaje autónomo. Muestra interés en la ampliación de conocimientos y búsqueda de información. Responsabilidad ética y profesional. Compromiso personal de actualizarse constantemente Iniciativa y liderazgo	Trabaja en equipo Actitud cooperativa Aporta ideas propias Tolerancia a las ideas de otros. Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios. Visión de problemas de la ingeniería con visión integradora de fenómenos sociales. Comunica sus ideas clara y eficazmente
	Conoce las herramientas y técnicas de gestión de proyectos aplicada a la ingeniería en agua y desarrollo sostenible	Organiza y evalúa eficazmente el tiempo y los recursos disponibles para alcanzar los objetivos establecidos	Muestra actitud crítica y responsable. Muestra interés en la ampliación de conocimientos y búsqueda de información. Responsabilidad ética y profesional Busca el equilibrio ecológico y de ahorro de energía. Iniciativa y liderazgo	Trabaja en equipo. Actitud cooperativa. Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios. Visión de problemas de la ingeniería con visión integradora de fenómenos sociales. Comunica sus ideas clara y eficazmente
	Conoce la normativa vigente que compete a la ingeniería en agua y desarrollo sostenible	Identifica y aplica la normativa vigente que involucra áreas del ingeniero en agua y desarrollo sostenible para la ejecución del proyecto	Muestra actitud crítica y responsable. Muestra interés en la ampliación de conocimientos y búsqueda de información. Responsabilidad ética y profesional. Espíritu de servicio a la sociedad	Trabaja en equipo. Actitud cooperativa. Espíritu de servicio a la sociedad. Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

	Conoce metodologías para la resolución de problemáticas del campo de estudio. Conoce las tecnologías que competen al ingeniero en agua y desarrollo sostenible	Usa herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográficos, bases de datos, entre otras. Aplica las metodologías para la implementación de tecnologías del ingeniero en agua y desarrollo sostenible Utiliza herramientas, software y equipos específicos. Realiza y evalúa análisis de factibilidad técnico-económico	Muestra actitud crítica y responsable Responsabilidad ética y profesional. Espíritu de servicio a la sociedad. Busca el equilibrio ecológico y de ahorro de energía. Iniciativa y liderazgo	Trabaja en equipo. Actitud cooperativa Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios. Visión de problemas de la ingeniería con visión integradora de fenómenos sociales
	Conoce las herramientas y técnicas de gestión de proyectos	Evalúa e interpreta los resultados obtenidos de las diferentes herramientas y técnicas para la toma de decisiones. Analiza los datos empíricos recabados para anticipar el éxito o el fracaso del proyecto	Muestra actitud crítica y responsable. Responsabilidad ética y profesional Espíritu de servicio a la sociedad. Busca el equilibrio ecológico y de ahorro de energía. Iniciativa y liderazgo	Trabaja en equipo. Actitud cooperativa. Aporta ideas propias. Tolerancia a las ideas de otros. Espíritu de servicio a la sociedad. Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios. Visión de problemas de la ingeniería con visión integradora de fenómenos sociales. Comunica sus ideas clara y eficazmente
	Conoce y organiza los documentos relacionados con proyectos relacionados al ingeniero en agua y desarrollo sostenible	Genera informes de proyecto siguiendo las pautas estipuladas del órgano público, privado o de la academia que lo solicita. Se expresa correcta y eficazmente en forma oral y escrita. Aplica herramientas y técnicas estadísticas para evaluar la calidad del proyecto. Presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos y las perspectivas para la continuidad y gestión del proyecto	Muestra actitud crítica y responsable. Muestra interés en la ampliación de conocimientos y búsqueda de información. Responsabilidad ética y profesional	Visión de problemas de la ingeniería con visión integradora de fenómenos sociales. Comunica sus ideas clara y eficazmente

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

7. Malla curricular

7.1. Descripción de la duración total en años, semestres, horas totales y créditos

Tramo formativo		*Año*	*Semestre*	*Horas clase*	*Horas totales*	*Créditos*	*Total de créditos por tramo*	
Tecnólogo/a	Ingeniería	1º	Primero	352	686	44	278	452
			Segundo	352	695	44		
		2º	Tercero	368	726	46		
			Cuarto	400	783	50		
		3º	Quinto	384	747	48		
			Sexto	352	712	46		
		4º	Séptimo	352	695	44	174	
			Octavo	352	690	44		
		5º	Noveno	352	704	44		
			Décimo	336	666	42		
			Totales	3.600	7.104	**452**		

7.2. Distribución de unidades curriculares, horas totales y créditos

Tabla 3. Grilla tramo Tecnólogo/a: unidades curriculares, créditos, horas totales y previaturas

Unidad Curricular (UC)	Horas totales de clase	Horas totales	Créditos	Previaturas
Primer Semestre				
Matemática I	64	125	8	No tiene
Física I	64	125	8	No tiene
Química General	64	125	8	No tiene
Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible	64	125	8	No tiene
Proyecto Integrador I	64	96	6	No tiene
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Inglés I	32	60	4	No tiene
Segundo Semestre				
Matemática II	64	125	8	Matemática I
Física II	64	125	8	Física I
Físico-Química	64	125	8	Química General
Geografía Física	32	67	4	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible
Introducción a las Ciencias Biológicas	32	67	4	No tiene
Proyecto Integrador II	64	96	6	Proyecto Integrador I
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés II	32	60	4	Inglés I
Tercer Semestre				
Mecánica de Fluidos e Hidráulica	48	89	6	Física II
Estadística I	48	96	6	Matemática II
Cartografía y Topografía Digital	48	96	6	Geografía Física
Sistemas Productivos y Medio Ambiente	32	67	4	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible
Química Ambiental	48	96	6	Físico-Química
Fisiología Vegetal	48	96	6	Introducción a las Ciencias Biológicas
Proyecto Integrador III	64	96	6	Proyecto Integrador II
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés III	32	60	4	Inglés II
Cuarto Semestre				
Hidrología	48	96	6	Mecánica de Fluidos e Hidráulica
Microbiología Ambiental	48	89	6	Introducción a las

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

				Ciencias Biológicas
Manejo de Cultivos Bajo Riego	48	96	6	Fisiología Vegetal
Manejo de Suelos	48	96	6	Fisiología Vegetal / Cartografía y Topografía Digital
Introducción a la Gestión Ambiental	32	67	4	Sistemas Productivos y Medio Ambiente
Clima y Agrometeorología	32	67	4	Cartografía y Topografía Digital
Laboratorio de Análisis Ambiental	48	86	6	Química Ambiental
Proyecto Integrador IV	64	96	6	Todas las UCs del 3er Semestre
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés IV	32	60	4	Inglés III
Quinto Semestre				
Biotecnología Ambiental	64	120	8	Microbiología Ambiental
Metodología de la Investigación	32	67	4	Introducción a la Gestión Ambiental
Efluentes y Residuos	64	120	8	Sistemas Productivos y Medio Ambiente / Laboratorio de Análisis Ambiental
Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje	64	120	8	Mecánica de Fluidos e Hidráulica / Manejo de Cultivos Bajo Riego
Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay	32	67	4	Introducción a la Gestión Ambiental
Ecología Agraria y Sustentabilidad	32	67	4	Introducción a las Ciencias Biológicas / Manejo de Suelos
Proyecto Integrador V	64	96	6	Todas las UCs del 4o Semestre

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés V	32	60	4	Inglés IV
Sexto Semestre				
Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento de Efluentes	32	76	5	Efluentes y Residuos
Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego	64	129	9	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje
Potabilización de Agua	32	67	4	Laboratorio de Análisis Ambiental
Fertirrigación en Cultivos Intensivos	32	67	4	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje
Operación y Procesos Unitarios	32	67	4	Biotecnología Ambiental / Efluentes y Residuos
Gestión Integrada de Recursos Hídricos	64	120	8	Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay / Ecología Agraria y Sustentabilidad
Proyecto Integrador VI	64	96	6	Todas las UCs del 5to Semestre
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés VI	32	60	4	Inglés V
Total Créditos – Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible			**278**	

Tabla 4. Grilla tramo Ingeniería: unidades curriculares, créditos, horas totales y previaturas

Unidad Curricular (UC)	Horas totales de clase	Horas totales	Créditos	Previaturas
Séptimo Semestre				

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Estadística II	64	125	8	Estadística I
Hidráulica de Conducción e Hidrometría	64	125	8	Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego
Hidrología Subterránea	32	67	4	Hidrología / Gestión Integrada de Recursos Hídricos
Ingeniería de Procesos	64	125	8	Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento
GIS y Bases de Datos	32	67	4	Cartografía y Topografía Digital / Gestión Integrada de Recursos Hídricos
Proyecto Integrador VII	64	96	6	Proyecto Integrador VI
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés VII	32	60	4	Inglés VI
Octavo Semestre				
Investigación de Operaciones	32	67	4	Estadística II
Hidroinformática	64	120	8	Gestión Integrada de Recursos Hídricos / GIS y Bases de Datos
Ingeniería de Riego por Gravedad	64	125	8	Hidráulica de Conducción e Hidrometría
Cinética y Cálculo de Reactores	64	125	8	Ingeniería de Procesos
Diseño de Plantas de Potabilización de Agua	32	67	4	Potabilización de Agua
Proyecto Integrador VIII	64	96	6	Proyecto Integrador VII
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés VIII	32	60	4	Inglés VII
Noveno Semestre				
Obras Hidráulicas I	48	96	6	Ingeniería de Riego por

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

				Gravedad
Ingeniería de Riego a Presión	48	96	6	Ingeniería de Riego por Gravedad
Software de Diseño de Riego	48	96	6	Hidroinformática
Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos	48	96	6	Cinética y Cálculo de Reactores
Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos	32	67	4	Investigación de Operaciones
Gestión de Distritos y Unidades de Riego	32	67	4	Ingeniería de Riego por Gravedad
Proyecto Integrador IX	64	96	6	Proyecto Integrador VIII
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés IX	32	60	4	Inglés VIII
Décimo Semestre				
Obras Hidráulicas II	48	96	6	Obras Hidráulicas I
Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes	32	67	4	Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos
Proyección Empresarial	32	67	4	Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos
Equipos de Bombeo	64	125	8	Ingeniería de Riego a Presión
Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego	64	125	8	Gestión de Distritos y Unidades de Riego
Proyecto Integrador X	64	96	6	Todas las UCs del 9o Semestre
Actividades de UTECinnova		30	2	No tiene
Inglés X	32	60	4	Inglés IX
Total Créditos – Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible			**452**	

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

7.3. Tabla general de organización de unidades curriculares por línea troncal

Tabla 5. Malla curricular por línea formativa

Malla curricular por línea formativa										
Líneas	**Semestres**									
	1º	**2º**	**3º**	**4º**	**5º**	**6º**	**7º**	**8º**	**9º**	**10º**
Troncal académica	Química General / Física I	Físico-Química / Física II	Química Ambiental / Fisiología Vegetal	Manejo de Suelos / Microbiología Ambiental		Operación y Procesos Unitarios	Hidráulica de Conducción e Hidrometría	Hidroinformática		Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego / Equipos de Bombeo
Trocal de formación profesional	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible	Geografía Física	Mecánica de Fluidos e Hidráulica / Cartografía y Topografía Digital	Hidrología / Manejo de Cultivos Bajo Riego / Clima y Agrometeorología / Laboratorio de Análisis Ambiental	Biotecnología Ambiental / Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje / Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay / Efluentes y Residuos	Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento / Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego / Potabilización de Agua / Fertirriego en Cultivo	Hidrología Subterránea / Ingeniería de Procesos / GIS y Bases de Datos	Ingeniería de Riego por Gravedad / Cinética y Cálculo de Reactores / Diseño de Plantas de Potabilización de Agua	Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos / Obras Hidráulicas I / Ingeniería de Riego a Presión / Software de Diseño de Riego /	Obras Hidráulicas II / Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

						s Intensivos			Gestión de Distritos y Unidades de Riego	
Integración/Profesionalización	Proyecto Integrador I	Proyecto Integrador II	Proyecto Integrador III	Proyecto Integrador IV	Proyecto Integrador V	Proyecto Integrador VI	Proyecto Integrador VII	Proyecto Integrador VIII	Proyecto Integrador IX	Proyecto Integrador X
Soporte	Matemática I	Matemática II / Introducción a las Ciencias Biológicas	Estadística I / Sistemas Productivos y Medio Ambiente	Introducción a la Gestión Ambiental	Ecología Agraria y Sustentabilidad / Metodología de la Investigación	Gestión Integrada de Recursos Hídricos	Estadística II	Investigación de Operaciones	Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos	Proyección Empresarial
Formación lingüística	Inglés I	Inglés II	Inglés III	Inglés IV	Inglés V	Inglés VI	Inglés VII	Inglés VIII	Inglés IX	Inglés X
Ejes curriculares	Fundamentos Básicos		Producción, Ambiente y Recursos Hídricos		Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego, Efluentes y Potabilización		Tecnologías y Fundamentos de Diseño		Innovación y Gestión	

7.4. Sistema de créditos

La carga académica del plan de estudios se organiza considerando los créditos “como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares que componen el plan de estudios. Se empleará un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil que comprenda las horas de actividad presencial y no presencial que estudiante debe realizar para lograr las capacidades o competencias que fueron asignadas a la unidad respectiva”, según la normativa vigente en UTEC.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

8. Modalidad de carrera

Tanto el tramo de Tecnólogo/a como de ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible se dicta en modalidad **semipresencial**, en concordancia con la normativa institucional de UTEC para carreras de educación terciaria tecnológica. Esta modalidad combina dinámicas virtuales (sincrónicas y asincrónicas) con instancias presenciales periódicas, permitiendo un acceso flexible, democratizador y territorialmente inclusivo para estudiantes radicados en diversas localidades del país.

Las actividades virtuales incluyen clases sincrónicas, resolución guiada de problemas, actividades mediante simuladores y laboratorios remotos, foros de discusión y tutorías. El componente asincrónico proporciona materiales audiovisuales, lecturas especializadas, bases de datos hidrológicos y climáticos (*datasets*), guías de trabajo y prácticas autónomas. Esto permite al estudiante gestionar su tiempo y avanzar según su disponibilidad, respetando los plazos establecidos para cada unidad curricular.

Las instancias presenciales tienen lugar un día a la semana —semana de por medio— en el Instituto Tecnológico Regional Centro-Sur (Durazno), mediante jornadas de trabajo intensivo. Adicionalmente, para los estudiantes de la región noreste (como Cerro Largo y Treinta y Tres), las instancias presenciales correspondientes a los primeros dos años de la carrera tendrán lugar en la sede Melo del Instituto Tecnológico Regional Norte, facilitando así su arraigo territorial y continuidad educativa.

Estas jornadas presenciales están fuertemente orientadas al "saber hacer" y comprenden actividades prácticas tales como:

- Uso de equipamiento topográfico, hidrológico y ambiental especializado (GPS de precisión, niveles, teodolitos, caudalímetros, sondas multiparamétricas para calidad de agua y drones para teledetección agrícola y monitoreo de cuencas).
- Prácticas de campo en distritos de riego, plantas de tratamiento de efluentes, cuencas hidrográficas y establecimientos agroindustriales.
- Trabajo analítico en laboratorios (química ambiental, hidráulica, mecánica de fluidos y análisis de suelos/aguas).

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Integración de conocimientos a través del diseño de proyectos y el análisis de estudios de caso territoriales.

A nivel metodológico, la carrera adopta un enfoque de aprendizaje activo, centrado en el estudiante y fuertemente orientado a la práctica profesional, incorporando:

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** para resolver problemas reales del territorio, vinculados a la gestión hídrica y ambiental.
- **Talleres prácticos y laboratorios aplicados, con** el uso de plantas piloto de tratamiento de aguas, sistemas de riego a escala, bancos de prueba hidráulicos y software de modelación hidrológica e ingenieril.
- **Trabajo colaborativo**, promoviendo la interacción, la comunicación efectiva y el liderazgo en equipos multidisciplinarios.
- **Evaluaciones prácticas de desempeño**, priorizando no solo el conocimiento teórico, sino la correcta ejecución técnica, el análisis crítico de los resultados y la toma de decisiones fundamentadas.
- **Acompañamiento docente y tutorías personalizadas**, tanto a través del entorno virtual de aprendizaje como en terreno durante las jornadas presenciales.

Este enfoque integral favorece el desarrollo de competencias técnicas, analíticas y profesionales que están directamente alineadas a las demandas del sector productivo y agroindustrial, los organismos públicos de regulación, los ámbitos académicos y el ecosistema de innovación tecnológica, gestión ambiental y emprendedurismo a nivel nacional e internacional.

9. Evaluación de competencias

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de UTEC, además de las evaluaciones regulares de cada unidad curricular, la carrera incorpora un sistema formal de evaluación del desarrollo de competencias profesionales de egreso, el cual se estructura en dos hitos obligatorios: una evaluación intermedia y una evaluación final para cada uno de los tramos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

9.1. Evaluación intermedia de competencias

La evaluación intermedia se implementa al finalizar la primera mitad del itinerario formativo y tiene por finalidad verificar el grado de desarrollo de las competencias del perfil de egreso correspondiente a dicha etapa. En el tramo del Tecnólogo/a, la evaluación intermedia se realiza durante el cuarto (4.º) semestre, mientras que en el tramo de la Ingeniería se desarrolla durante el sexto (6.º) semestre.

Este hito permite:

- Identificar fortalezas y áreas de mejora en el proceso de formación.
- Generar retroalimentación personalizada para orientar el desarrollo profesional.
- Obtener insumos para que la carrera evalúe la efectividad del diseño curricular y pueda realizar los ajustes necesarios en caso de corresponder.
- La evaluación intermedia podrá adoptar diferentes dispositivos —tales como actividades integradoras, estudios de caso, ejercicios prácticos o presentaciones técnicas— definidos por el Comité Académico designado para tal fin.

9.2. Evaluación final de competencias

La evaluación final de competencias se implementa al culminar cada tramo formativo y tiene como finalidad verificar el nivel de desarrollo y logro de las competencias establecidas en el perfil de egreso correspondiente, constituyendo una instancia de evaluación integradora de los aprendizajes alcanzados. En el tramo del Tecnólogo/a, esta evaluación se desarrolla durante el sexto (6.º) semestre, coincidiendo con la evaluación intermedia de competencias del tramo de Ingeniería. En el tramo de la Ingeniería, la evaluación final de competencias se realiza durante el décimo (10.º) semestre.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La misma tiene como propósito valorar el nivel de logro alcanzado por cada estudiante respecto del perfil profesional de egreso. Esta evaluación, también diseñada e implementada por el Comité Académico correspondiente, puede incluir uno o varios dispositivos orientados a verificar la integración de conocimientos, habilidades y actitudes propias del perfil profesional.

Los resultados de este hito se incorporan al Documento Suplementario al Título, brindando información adicional sobre el desempeño del estudiante al finalizar su formación. Asimismo, permiten a la carrera evaluar la pertinencia y eficacia de su propuesta curricular y de los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados.

10. Requisitos de ingreso

- Egresados de Educación Media Superior de la DGES, en las orientaciones: Ciencias Biológicas y Agrarias, Matemática y Diseño, Físico-Matemática, Social Económica, Social Humanística y planes equivalentes.
- Egresados de Educación Media Tecnológica de la Dirección General de Educación Técnico Profesional-UTU.

11. Requisitos de egreso

Para obtener la calidad de egresado/a de Tecnólogo/a y de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, el estudiantado deberá cumplir con los siguientes requisitos, en concordancia con la normativa establecida en el Reglamento General de Estudios (Resolución del CDCp Nº 450/24) de UTEC:

1. Aprobación de la totalidad de las unidades curriculares que integran el plan de estudios de la carrera en sus tramos correspondientes.
2. Obtención de la carga total de créditos prevista en el diseño curricular. La acreditación de estos créditos implica la aprobación de actividades formativas, prácticas, laboratorios y demás instancias evaluativas asociadas al itinerario formativo.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

3. Realización y aprobación de la Evaluación Final de Competencias correspondiente, de acuerdo con los dispositivos definidos por el Comité Académico de la carrera. Esta evaluación tiene carácter obligatorio y permite establecer el nivel de logro del perfil profesional de egreso. Sus resultados se registran en el expediente académico y se incorporan al Documento Suplementario al Título.
4. Cumplimiento de los plazos formales de egreso. Según lo establecido por el Reglamento General de Estudios, una vez finalizado el tiempo previsto en el diseño curricular de la carrera, el estudiantado dispondrá de un plazo máximo adicional equivalente a la duración total de la carrera para cumplir con la totalidad de los requisitos de egreso.

Los casos en que dicho plazo sea excedido serán analizados por la Coordinación de la Carrera, en conjunto con la Dirección de Educación, a efectos de determinar posibles acciones o medidas excepcionales.

La culminación satisfactoria de estos requisitos habilita la expedición del título correspondiente y su inclusión en el sistema de certificación institucional de UTEC.

12. Titulación

La Tecnología y la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible otorgan el título terciario denominado Tecnólogo/a e Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible, respectivamente, cuya concesión compete al Consejo Directivo Central de UTEC, conforme a lo establecido en el Reglamento General de Estudios y en la resolución del Plan de Estudios asociado a la carrera.

Estará habilitado/a para solicitar la titulación el estudiantado que haya cumplido con todas las instancias formativas previstas en el plan de estudios, incluyendo la aprobación de la totalidad de las unidades curriculares, la acreditación de los créditos requeridos y la realización de la Evaluación Final de Competencias, según lo establecido en la normativa institucional vigente.

Como requisito administrativo previo a la emisión del título, el/la estudiante deberá completar la Encuesta de Egresados/as. La omisión de este requisito

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

impedirá la expedición del título y la realización de trámites universitarios posteriores, tal como determina el Reglamento General de Estudios.

Junto con el título, UTEC emitirá un Documento Suplementario, en el que se detalla el perfil profesional de egreso, las calificaciones obtenidas durante la carrera y el resultado de la Evaluación Final de Competencias. Este documento contribuye a fortalecer la transparencia académica, la empleabilidad y el reconocimiento nacional e internacional de la formación recibida.

13. Bibliografía

Banco Mundial. (2019). *Uruguay: Hacia una estrategia de seguridad hídrica y resiliencia climática*. Washington, DC: Banco Mundial.

Banco Mundial. (2021). *El agua en la agricultura*. Grupo Banco Mundial. Recuperado de los informes de desarrollo sostenible.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *La economía circular en el sector agropecuario y agroindustrial de América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Global Water Partnership (GWP). (2000). *Manejo Integrado de Recursos Hídricos*. TAC Background Papers, No. 4. Estocolmo, Suecia.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2022). *AgTech y la transformación digital de la agricultura en el Cono Sur*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2021). *Impacto económico y productivo del déficit hídrico en los sistemas agropecuarios del Uruguay*. Serie Técnica, INIA.

Ministerio de Ambiente (MA). (2022). *Informe de Estado del Ambiente en Uruguay: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas*. Montevideo, Uruguay.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2015). *Políticas de Estado para el desarrollo agropecuario: Hacia un Uruguay Agro-inteligente*. Montevideo, Uruguay.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2016). *Estrategia Nacional para el Fomento del Riego*. Dirección General de Recursos Naturales (DGRN).

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2019). *Estrategia Nacional de Desarrollo Agropecuario: Hacia un Uruguay Agrointeligente*. Montevideo, Uruguay.

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). (2013). *Plan de Acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable en la Cuenca del Río Santa Lucía*. Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA).

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) & Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA). (2017). *Plan Nacional de Aguas*. Montevideo, Uruguay.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: Alianzas y cooperación por el agua*. París, Francia: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020: Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura*. Roma, Italia: FAO.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2021). *Estado de los servicios climáticos: El agua*. Ginebra, Suiza.

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2022). *Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC*. Cambridge University Press.

Pecoits, E. (2016). Ingeniería en Sistemas de Riego, Drenaje y Manejo de Efluentes. Universidad Tecnológica. Informe Interno.

Poder Legislativo. (2009). *Ley Nº 18.610. Política Nacional de Aguas*. República Oriental del Uruguay. Diario Oficial.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Poder Legislativo. (2017). *Ley Nº 19.553. Modificación de la Ley de Riego con destino Agrario*. República Oriental del Uruguay. Diario Oficial.

14. Anexos

14.1. Programas de las Unidades Curriculares

SEMESTRE 1

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR			
I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Matemática I		
Ubicación en el Plan de Estudios	Semestre 1		
Previas	No tiene		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		
II. Descripción de la Unidad Curricular			

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Matemática I se centra en conceptos matemáticos básicos para la carrera, abordando funciones en una variable, derivada e integrales, aplicando estos conocimientos específicamente en el contexto de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible. Se explorarán aplicaciones como crecimiento de bacterias, infiltración del agua, producción total de un cultivo, caudal de agua necesario, optimización de tanques de almacenamiento, necesidad y déficit de agua, entre otras; proporcionando a los estudiantes herramientas matemáticas esenciales para enfrentar desafíos del mundo real en este campo. La metodología incluye clases teóricas/prácticas, aplicaciones, estudios de caso, con evaluaciones continuas y proyectos para resignificar la comprensión y aplicación de los contenidos aprendidos.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad prepara a los estudiantes para abordar desafíos específicos en el uso racional y sostenible de los recursos hídricos y el tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. A través de la comprensión de funciones de una variables, derivadas e integrales, los estudiantes adquieren las herramientas matemáticas necesarias para modelar y resolver problemas prácticos en estos campos. La metodología, enfocada en la aplicación directa a través de ejemplos y estudios de caso, asegura una formación práctica y aplicada, esencial para la elevada especialización y tecnificación requerida en estos sectores. De esta manera la unidad curricular contribuye a formar al profesional en las áreas, área de dominio 1: Diseñar, evaluar, optimizar y modernizar los distritos y módulos de riego; área de dominio 2: Implementar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos; área de dominio 3: Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícola.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender y trabajar con funciones que dependen de una variable.
- Modelar situaciones de la vida real a través de funciones en una variable.
- Calcular derivadas de una función.
- Aplicar los conceptos de derivada en problemas de optimización.
- Calcular integrales.
- Aplicar integrales contextos específicos de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible.
- Relacionar los conceptos matemáticos aprendidos con situaciones prácticas en la Ingeniería.
- Utilizar herramientas matemáticas para abordar problemas específicos del sector.
- Aplicar técnicas matemáticas avanzadas para resolver problemas reales en el contexto de la Ingeniería.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Pensamiento crítico, autorregulación del aprendizaje, autonomía, comunicación, lenguaje matemático, trabajo en equipo, colaboración, habilidades interpersonales, autoeficacia.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona con Matemática II, Física I, Física II, Mecánica de los Fluidos e Hidráulica.

2.6. Contenidos mínimos:

Funciones en una variable, derivación, integración.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

SCP 1 (30% primer parcial - 30% segundo parcial - 40% evaluación continua)

Evaluación Continua: se tendrá en cuenta la participación en las clases sincrónicas, la proactividad, la entrega de tareas en tiempo y forma, el trabajo en plataforma, la participación en los foros, la asistencia, actividades grupales e individuales, entre otras tareas.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Funciones en una variable

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Modelar situaciones contextualizadas de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible a través de funciones en una variable.

4.1.2 Listado de contenidos:

Características de funciones elementales. Gráficos. Problemas de aplicación. Ecuaciones de primer y segundo grado aplicadas en los problemas. Sistemas de ecuaciones.

4.1.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.1.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

4.2 Unidad 2: Derivadas

4.2.1 Objetivo de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Utilizar el concepto de derivada de una función para resolver problemas de optimización del área

4.2.2 Listado de contenidos:

Definición de derivada de una función en un punto. Función derivada. Interpretaciones de la derivada. Álgebra de derivada. Determinación de los extremos de una función. Problemas de optimización.

4.2.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.2.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

4.3 Unidad 3: Integrales Múltiples

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Reconocer, resolver y aplicar integrales en problemas del área.

4.3.2 Listado de contenidos:

Conceptualización de la integral. Interpretación de la integral de una función no negativa. Área bajo la curva. Propiedades de la integral. Métodos de integración. Integral indefinida. Integrales impropias.

4.3.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.3.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

V. Bibliografía

APÓSTOL, TOM: Calculus, “Cálculo con funciones de una variable, con una introducción al álgebra lineal”. Volumen 1 Editorial Reverté, España 1999.

LARSON, HOSTETLER Y EDWARDS: Cálculo I (8ª. Edición) Editorial Mc Graw Hill.

Hill STEWART: Calculo de una variable Ed. Thomson.

PURCELL Y VARBERG: Cálculo diferencial e integral (9ª Edición) Editorial Prentice Hall, México 2007.

G. ZILL, DENNIS. WRIGHT, WARREN: Cálculo, “Trascendentes tempranas” (4ª Edición) Editorial Mc Graw Hill.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

STEINER, ERICH: Matemáticas para las ciencias aplicadas. Editorial Reverté, 2005.

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Física I		
Ubicación en el Plan de Estudios	Primer semestre		
Previas	Admisión		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Esta unidad curricular desarrolla e introduce la base teórica de la Física poniendo énfasis en la aplicación a los sistemas de riego y manejo de efluentes. Tiene naturaleza propedéutica. Cumple el rol de desarrollar en los estudiantes ciertas capacidades y herramientas conceptuales para ser aplicadas en el tratamiento de problemas relacionados con los diferentes sistemas físicos, químicos y biológicos. Es una ciencia básica y fundamental en la carrera de Ingeniería, pues permite introducir al estudiante conceptos y conocimientos sumamente importantes como ser

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

las leyes de conservación de la energía, el momento lineal y el momento angular. Aportará los fundamentos necesarios para desempeñar en forma correcta los próximos cursos de la carrera.

Al final del semestre se espera que el estudiante cuente con herramientas diversas necesarias para enfrentarse a la resolución de problemas reales asociados a la unidad temática, así como con conocimientos teóricos suficientes que le permitan continuar su educación en las materias subsecuentes de la carrera.

Modelo Metodológico: El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante dos ejes principales: eje teórico y eje de aplicación práctica. Cada uno de estos ejes será abordado con metodologías específicas que permitan el desarrollo profesional y personal del estudiante de una forma integradora.

i. Eje teórico: Este eje será abordado en las instancias sincrónicas virtuales, utilizando diferentes recursos que permitan que el estudiante acompañe y asimile los conceptos teórico/prácticos asociados a la Física Las clases serán dictadas utilizando la pizarra digital, diapositivas y recursos informáticos adecuados, dando énfasis tanto a la teoría como a la aplicación de la misma en la resoluciones de diversos problemas didácticos y reales. Serán propuestos diversos problemas al final de cada clase para fijar los conceptos adquiridos. Se colocará a disposición del estudiante los diferentes materiales utilizados como base teórica, así como listas de ejercicios conteniendo problemas básicos a avanzados, a través de las plataformas virtuales pertinentes o vía mail. Siempre que sea posible, se realizarán experiencias de laboratorio, que permitan visualizar los diferentes fenómenos.

ii. Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en aplicación de los conceptos teóricos a problemas prácticos relacionados a la unidad. Implementar los conocimientos adquiridos en ejercicios prácticos y prácticas de laboratorio que permita un mayor entendimiento de la teoría.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Física I es una unidad curricular propedéutica: aporta el lenguaje, los modelos y los métodos de resolución de problemas sobre los que se construyen las competencias técnicas del perfil de egreso. Los conceptos de magnitud, medición, error, cinemática, fuerza, energía y equilibrio son el sustrato del Área de Dominio 1 del tramo Tecnólogo/a (instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje) y, más adelante, del diseño hidráulico de conducciones, obras y equipos de bombeo propios del tramo Ingeniería. La unidad habilita al estudiante a razonar cuantitativamente sobre sistemas físicos reales y a expresar los resultados con las unidades, la precisión y la trazabilidad que exige el ejercicio profesional.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Aplicar el Sistema Internacional de Unidades y el análisis dimensional en la verificación de expresiones y resultados de ingeniería.
- Operar con magnitudes vectoriales para describir posición, velocidad, aceleración y fuerza.
- Resolver problemas de cinemática en una, dos y tres dimensiones, incluyendo caída libre, movimiento de proyectiles y movimiento circular.
- Aplicar las leyes de Newton al análisis de cuerpos en movimiento y en equilibrio.
- Analizar condiciones de equilibrio, centro de gravedad y estabilidad de cuerpos rígidos, y las deformaciones elásticas asociadas a tensión, compresión y corte.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Comunicar el procedimiento y el resultado de la resolución de un problema físico de forma ordenada, con unidades y cifras significativas correctas.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de modelización: representar una situación real mediante un modelo físico idealizado, identificando variables relevantes e hipótesis simplificadoras.
- Capacidad de cálculo y verificación: resolver cuantitativamente y controlar la coherencia dimensional y el orden de magnitud del resultado.
- Capacidad experimental: realizar mediciones, estimar incertidumbres y elaborar informes de laboratorio.
- Capacidad de trabajo autónomo y en equipo, en un régimen semipresencial que exige planificación del propio estudio.
- Actitud rigurosa y honesta en el tratamiento del dato experimental.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Se cursa en paralelo con Matemática I y Química General, que aportan las herramientas de cálculo y el lenguaje de las ciencias básicas. Es previa directa de Física II y, a través de ella, de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Sus contenidos se retoman en Hidrología, Hidráulica de Conducción e Hidrometría, Obras Hidráulicas I y II y Equipos de Bombeo. Los ejercicios de aplicación se coordinan con Proyecto Integrador I.

2.6. Contenidos mínimos:

Magnitudes físicas, Sistema Internacional de Unidades y análisis dimensional. Vectores y álgebra vectorial. Cinemática de la partícula en una, dos y tres dimensiones: movimiento rectilíneo, caída libre, movimiento de proyectiles y movimiento circular uniforme. Fuerzas y leyes de Newton; fuerzas de fricción. Flujo: diferencias entre flujo a presión y a superficie libre, energía específica y flujo uniforme. Equilibrio de cuerpos rígidos, centro de gravedad y elasticidad. Introducción al trabajo experimental y al tratamiento de datos de laboratorio.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño: El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

- Dos parciales con un peso de 30% el primero y 30% el segundo.
- Evaluación continua un 40%. Incluye realización de ejercicios prácticos, realización de cuestionarios en la plataforma, participación en las aulas e informes de laboratorio.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Mediciones y magnitudes físicas

4.1.1 Objetivo de la unidad:

En este capítulo se pretende repasar los conceptos básicos más importantes de la física. Comentar la naturaleza de la física teórica y el uso de modelos idealizados para representar sistemas físicos. Presentar los sistemas de unidades que se emplean para especificar cantidades físicas y se analiza la forma de describirlas con precisión. Trabajar con ejemplos de problemas que no tienen una respuesta exacta donde, no obstante, las aproximaciones son útiles e interesantes. Por último, se pretende examinar varios aspectos de los vectores y el álgebra vectorial que se necesita para describir y analizar cantidades físicas, como velocidad y fuerza, que tienen dirección y de magnitud.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.2 Listado de contenidos:

Sistema internacional de unidades. Análisis dimensional. Vectores. Suma de vectores. Componentes de un vector. Multiplicación de vectores.

4.1.3 Principales actividades:

Desarrollo de los conceptos teóricos. Clases teóricas. Resolución de problemas en clase.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase. Videos tutorials ejemplificantes.

4.2 Unidad 2: Movimiento unidimensional

4.2.1 Objetivo de la unidad:

En este capítulo se describe el movimiento en línea recta en términos de velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media y aceleración instantánea. Interpretar gráficas de posición contra tiempo, velocidad contra tiempo y aceleración contra tiempo para el movimiento en línea recta. Resolver problemas que impliquen movimiento en línea recta con aceleración constante, incluyendo problemas de caída libre. Analizar el movimiento en línea recta cuando la aceleración no es constante.

4.2.2 Listado de contenidos:

Cinemática de la partícula. Descripciones del movimiento. Velocidad promedio. Velocidad instantánea. Movimiento acelerado. Cuerpos en caída libre.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Actividades de laboratorio. Entrega de informe de laboratorio. Cuestionario a través de la plataforma

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.3 Unidad 3: Movimiento bidimensional y tridimensional

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Representar la posición de un cuerpo en dos o en tres dimensiones usando vectores.
- Determinar el vector velocidad de un cuerpo conociendo su trayectoria.
- Obtener el vector aceleración de un cuerpo, y por qué un cuerpo puede tener una aceleración aun cuando su rapidez sea constante.
- Interpretar las componentes de la aceleración de un cuerpo paralela y perpendicular a su trayectoria.
- Describir la trayectoria curva que sigue un proyectil.
- Describir el movimiento en una trayectoria circular, con rapidez constante o con rapidez variable.

4.3.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Posición, velocidad y aceleración. Movimiento con aceleración constante. Movimiento de proyectiles. Movimiento circular uniforme.

4.3.3 Principales actividades:

Clases teóricas. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Prácticas de laboratorio.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.4 Unidad 4: Fuerzas y leyes de Newton

4.4.1 Objetivo de la unidad:

Determinar las pérdidas de energía distribuidas y localizadas para un fluido al ser conducido a presión en un sistema de tuberías

4.4.2 Listado de contenidos:

Pérdidas de cargas distribuidas Coeficientes de fricción. Ábaco de Moody. Pérdidas de cargas localizadas. Aplicaciones. Sistema de tuberías

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios.

4.5 Unidad 5: Flujo

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Definir el concepto de fuerza en la física y por qué las fuerzas son vectores.
- Visualizar la importancia de la fuerza neta sobre un objeto y ejemplificar lo que sucede cuando la fuerza neta es cero.
- Establecer la relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración.
- Describir la manera en que se relacionan las fuerzas que dos objetos ejercen entre sí.

4.5.2 Listado de contenidos:

Diferencia Flujo a presión-superficie libre. Propiedades de la sección de flujo a superficie libre-Numero de Froude. Presiones, velocidad, Energía Específica y Cantidad de Movimiento. Flujo Uniforme. Ecuación de Mannning-Chezy

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios y preguntas para entrega por plataforma virtual.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.6 Unidad 6: Equilibrio y elasticidad

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Describir las condiciones que deben satisfacerse para que un cuerpo o una estructura estén en equilibrio.
- Definir centro de gravedad de un cuerpo, y como se su relación con su estabilidad.
- Resolver problemas que implican cuerpos rígidos en equilibrio.
- Analizar situaciones en las que un cuerpo se deforma por tensión, compresión, presión o corte.
- Analizar qué sucede cuando un cuerpo se estira tanto que se deforma o se rompe.

4.6.2 Listado de contenidos:

Condiciones de equilibrio. Centro de gravedad. Equilibrio estable, inestable y neutro de los cuerpos rígidos en un campo gravitatorio.

4.6.3 Principales actividades:

Clases teóricas. Resolución de problemas en clase.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Física para Ciencias e Ingeniería, Raymond A. Serway, Jonh W. Jewett,Editorial Cengage Learning,7ª edición, Vol. 1 (2015), ISBN-13: 978-607-481-357-9

Mecánica elemental , Juan Roederer, Ed. Eudeba,(2010), ISBN 9789502312255

Física universitaria, Sears y Zemansky. Editorial Pearson Educación de México, 13a edición, Vol 1,(2013). ISBN-10 : 607322124X

Adicionales:

Mecánica , keith R. Symon,Editorial Aguilar, Madrid, (1979), ISBN-13 : 978-8403201873

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Química General		
Ubicación en el Plan de Estudios	Primer semestre		
Previas	Admisión		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Química General se enmarca en una currícula con una visión integral e interdisciplinaria y tiene como misión concientizar y proporcionar conocimientos, habilidades y herramientas de química a los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible con el objetivo de hacer frente a los desafíos relacionados con el riego y el manejo de efluentes. Actualmente los procesos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario se centran en el aprendizaje basado en competencias, cuyo objetivo final es la adquisición por parte del estudiante, de capacidades y/o habilidades que implican la movilización, integración y adecuación de conocimientos y actitudes, utilizados eficazmente en distintas situaciones. La unidad curricular se organiza en módulos teórico-prácticos orientados a la formación en el conocimiento de la química utilizando metodologías de aprendizaje basado en problemas (ABP) con la realización de prácticas de laboratorio.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales con la capacidad de gestionar integralmente los recursos hídricos y suelos, enfocándose principalmente en los sectores agropecuario y agroindustrial. La unidad curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Química General aporta los conocimientos básicos para la caracterización química de los recursos hídricos y de suelos.

Con respecto a la formación del Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible aporta a las competencias del egresado que se relacionan con el diagnóstico y caracterización de calidad de agua, de suelos, de efluentes agropecuarios y agroindustriales así como a la interpretación y evaluación de parámetros físico-químicos para el correcto funcionamiento de las operaciones y procesos. Adicionalmente, el Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible es capaz de extrapolar los resultados de análisis físico-químicos para el diseño, construcción y gestión de: sistemas de riego y drenaje, sistemas potabilización, tratamiento de efluentes y procesos de biorremediación para contaminantes en agua y suelos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Química General tiene como objetivos de aprendizaje que los estudiantes se apropien de una serie de conocimientos y competencias específicas, así como la adquisición y/o perfeccionamiento de varias competencias transversales.

Competencias específicas:

- Comprender que la materia está compuesta por átomos, y que su estructura puede estudiarse en los términos de la teoría de la materia conocida como mecánica cuántica.
- Predecir cómo se unirán los átomos para formar compuestos y explicar esta unión aplicando adecuadamente los modelos de enlace.
- Identificar la forma de las moléculas, predecir su polaridad y sus interacciones intermoleculares.
- Relacionar la estructura química con las propiedades de los materiales.
- Predecir las propiedades físicas de los gases, líquidos y sólidos.
- Distinguir los tipos de mezclas y realizar cálculos de concentración de disoluciones. Comprender las ecuaciones químicas como representación de los procesos químicos a nivel cualitativo y cuantitativo. Identificar y clasificar los compuestos orgánicos según su estructura química y reconocer su rol en la naturaleza y en los procesos industriales.
- Desarrollar y/o perfeccionar la capacidad de trabajo y el desempeño en el laboratorio químico.

Competencias transversales:

Comunicación oral y escrita en español. Conocimiento del idioma inglés. Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Habilidades de gestión de la información. Resolución de problemas. Toma de decisiones. Habilidades interpersonales. Trabajo en equipo. Capacidad crítica y autocrítica. Compromiso ético. Capacidad de aprender. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad para generar nuevas ideas. Habilidad para trabajar de forma autónoma. Preocupación por la calidad. Motivación de logro.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar a los átomos como los constituyentes fundamentales de la materia. Utilizar la mecánica cuántica para explicar la estructura y propiedades de los átomos. Explicar la unión de los átomos mediante los modelos de enlace químico. Representar la estructura de las moléculas y los compuestos iónicos a partir del conocimiento de su configuración electrónica y de las teorías de enlace. Predecir las interacciones intermoleculares que presentarán las moléculas y relacionarlas con los puntos de ebullición y fusión de las sustancias, así como la viscosidad y tensión superficial de los líquidos. Utilizar los modelos de los gases para predecir sus

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

propiedades físicas, su comportamiento en la naturaleza, y realizar cálculos. Relacionar las propiedades de los materiales sólidos con su estructura química. Identificar las mezclas homogéneas y heterogéneas, y describir sus propiedades. Realizar cálculos y cambios de unidades de concentración de disoluciones. Describir los procesos químicos mediante ecuaciones químicas y realizar cálculos estequiométricos complejos. Desarrollar habilidades propias del trabajo en el laboratorio químico.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Química general se relaciona horizontalmente con las unidades de estudio del mismo semestre, introduciendo a los estudiantes conceptos básicos que serán utilizados en Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, y Proyecto Integrador. Los métodos de cálculo aprendidos en Matemática I, serán aplicados para resolver ejercicios y problemas de Química General. Las competencias adquiridas en esta unidad curricular aportarán al desarrollo de los Proyectos de Titulación Intermedia y Titulación Final.
La aprobación del curso de Química General es pre-requisito para cursar la unidad curricular del segundo semestre: Físico-Química.

Los conocimientos aprendidos en Química General servirán de base para lograr los objetivos de aprendizaje en diversas áreas del Plan de Estudios, a lo largo de la carrera, incluidos en las siguientes Unidades Curriculares: Físico-Química, Introducción a las Ciencias Biológicas, Química Ambiental, Fisiología Vegetal, Sistemas Productivos y Medio Ambiente, Manejos de Suelos, Microbiología Ambiental, Necesidades Hídricas de los Cultivos, Introducción a la Gestión Ambiental, Clima y Agrometeorología y Laboratorio de Análisis Ambiental, Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay, Efluentes y Residuos, Biotecnología Ambiental. Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento, Potabilización del Agua, Fertirrigación en Cultivos Intensivos, Operación y Procesos Unitarios, Ingeniería de Procesos, Hidrología Subterránea, Cinética y Cálculo de Reactores, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua, Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos, Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos, y Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Estructura y propiedades del átomo

Unidad 2: Estructura y propiedades de las moléculas

Unidad 3: Estados de agregación de la materia

Unidad 4: Disoluciones

Unidad 5: Reacciones químicas

Unidad 6: Química orgánica

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

Comprende fenómenos de naturaleza química a nivel molecular y a nivel macroscópico, utilizando el lenguaje y los símbolos apropiados para describirlos y explicarlos. Es capaz de transferir los conocimientos de química desde su aplicación en problemas básicos a diferentes contextos de casos en el mundo real.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos. Analiza y argumenta coherentemente su postura frente a estudios de caso. Propone soluciones viables y originales ante una situación problemática. Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación: Dos parciales escritos (Primer parcial: 30 %, Segundo parcial: 30 %). Evaluación continua (Informes de Laboratorio, actividades en clase y trabajos en la plataforma virtual: 40 %)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Estructura y propiedades del átomo

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Describir la estructura de un átomo.

Describir los experimentos que condujeron a la formulación del modelo nuclear del átomo.

Hallar el número de neutrones, protones y electrones en un isótopo.

Describir la organización de la tabla periódica y las características de los elementos en sus diferentes regiones.

Predecir el anión o el catión que probablemente se forme de un elemento de un grupo representativo.

Calcular el peso atómico de un elemento, dada su composición isotópica.

Hallar la longitud de onda o la frecuencia de la luz.

Calcular la energía, la frecuencia o el número de fotones emitidos por una fuente de luz.

Estimar la longitud de onda de una partícula.

Explicar el origen de las líneas en el espectro de un elemento y correlacionarlas con transiciones de energía específicas.

Nombrar y explicar la relación de cada uno de los cuatro números cuánticos con las propiedades y energías relativas de los orbitales atómicos.

Describir los factores que afectan la energía de un electrón en un átomo multielectrónico.

Escribir la configuración del estado fundamental de un elemento.

Explicar las tendencias periódicas de las propiedades atómicas.

4.1.2 Listado de contenidos:

Escala de organización de la materia. Átomo, estructura atómica y partículas subatómicas. Elementos químicos, tabla periódica. Radiación electromagnética. Espectros atómicos y niveles de energía. Dualidad onda-partícula de la materia. El principio de incertidumbre. Funciones de onda y niveles de energía. Números cuánticos. Orbitales atómicos. Configuración electrónica de los elementos. Principio de construcción. Propiedades periódicas: radio atómico, radio iónico, energía de ionización, energía de afinidad electrónica, electronegatividad.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.3 Principales actividades:

Actividad 1: Introducción a la Unidad Curricular. ¿Qué estudia la química?

Actividad 2: Introducción a la Unidad Curricular. La química: una ciencia en 3 niveles.

Actividad 3: Introducción a la Unidad Curricular. ¿Qué es el método científico?

Actividad 4: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 1

Actividad 5: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 1 en la plataforma virtual del curso

Actividad 6: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 1 en la plataforma virtual del curso

Actividad 7: Introducción al trabajo en el Laboratorio, Seguridad y Material de Laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.2 Unidad 2: Estructura y propiedades de las moléculas

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Identificar los compuestos como moleculares o iónicos.
- Interpretar fórmulas químicas.
- Predecir las fórmulas de compuestos iónicos.
- Comparar las energías relativas de dos compuestos iónicos.
- Dibujar las estructuras de Lewis de las moléculas y iones.
- Escribir las estructuras de resonancia de una molécula.
- Usar cálculos de carga formal para evaluar las estructuras de Lewis alternativas.
- Predecir el carácter iónico o covalente de los enlaces.
- Predecir y explicar las fuerzas y longitudes relativas de los enlaces.
- Explicar los fundamentos del modelo VSEPR y usarlo para predecir la disposición de los electrones y la forma de las moléculas a partir de su fórmula.
- Predecir el carácter polar de una molécula.
- Describir la estructura de una molécula en términos de orbitales híbridos y enlaces σ y π.
- Construir e interpretar el diagrama de niveles de energía para especies diatómicas homonucleares.

4.2.2 Listado de contenidos:

Enlace químico, enlace iónico, covalente y metálico. Estructura de Lewis. Regla del octeto. Resonancia. Carga formal. Excepciones a la regla del octeto. Moléculas radicales. Teoría de repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia (VSEPR). Geometría molecular. Modelos moleculares. Teoría del Enlace de Valencia y Teoría del Orbital Molecular.

4.2.3 Principales actividades:

Actividad 8: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 2

Actividad 9: Práctico de laboratorio 1: Enlace químico y clasificación de sólidos

Actividad 10: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 2 en la plataforma virtual del curso

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 11: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 2 en la plataforma virtual del curso

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.3 Unidad 3: Estados de agregación de la materia

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Predecir las fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias líquidas y sólidas.
- Predecir las fuerzas relativas de las interacciones ion-dipolo.
- Explicar cómo se originan las fuerzas de London y cómo varían con la polarizabilidad, tamaño y forma de los átomos y de las moléculas.
- Predecir el orden relativo de los puntos de ebullición y de fusión de las sustancias a partir de la intensidad de las fuerzas intermoleculares.
- Identificar las moléculas que puedan participar en enlaces de hidrógeno.
- Describir la estructura de un líquido y explicar cómo varía la viscosidad y la tensión superficial con la temperatura y la intensidad de las fuerzas intermoleculares.
- Distinguir sólidos metálicos, sólidos iónicos, sólidos en red y sólidos moleculares sobre la base de sus estructuras y sus propiedades.
- Calcular la presión al pie de una columna de líquido.
- Usar las leyes de los gases para calcular la presión, el volumen, la temperatura o el número de moles para condiciones dadas o para un cambio en las condiciones.
- Determinar la masa molar a partir de la densidad de un gas y viceversa.
- Calcular las presiones parciales y la presión total de los gases en una mezcla.
- Usar la ley de Graham para estimar las velocidades de efusión relativas.
- Describir el efecto de la temperatura sobre la velocidad media.
- Describir los modelos utilizados para estudiar los gases ideales y reales.

4.3.2 Listado de contenidos:

A) Propiedades de la materia. Propiedades intensivas y extensivas, físicas y químicas. Fuerzas intermoleculares; fuerzas de Van der Waals, puente de hidrógeno, dipolo-dipolo, ion-dipolo, etc. Estados de agregación de la materia y teoría cinético-corpuscular (cinético-molecular). B) Propiedades del estado líquido. Propiedades de los líquidos: viscosidad, tensión superficial, acción capilar. C) Propiedades del estado sólido. Clasificación de los sólidos. Celdas unitarias. Sólidos metálicos. Estructuras iónicas. Sólidos moleculares. Sólidos en red. Importancia en la relación con los materiales: propiedades de los sólidos. D) Propiedades del estado gaseoso. Propiedades de los gases: temperatura, presión, volumen específico. Leyes de los gases, presión parcial, Ley de Dalton. Difusión y efusión de gases. Ley de Graham. Distribución de Maxwell. Comportamiento de gases ideales y gases reales.

4.3.3 Principales actividades:

Actividad 12: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 3

Actividad 13: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

Actividad 14: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

Actividad 15: Práctico de laboratorio 2: Propiedades de la materia.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 16: Práctico de laboratorio 3: Propiedades de los gases.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.3 Unidad 3: Estados de agregación de la materia

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Predecir las fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias líquidas y sólidas.
- Predecir las fuerzas relativas de las interacciones ion-dipolo.
- Explicar cómo se originan las fuerzas de London y cómo varían con la polarizabilidad, tamaño y forma de los átomos y de las moléculas.
- Predecir el orden relativo de los puntos de ebullición y de fusión de las sustancias a partir de la intensidad de las fuerzas intermoleculares.
- Identificar las moléculas que puedan participar en enlaces de hidrógeno.
- Describir la estructura de un líquido y explicar cómo varía la viscosidad y la tensión superficial con la temperatura y la intensidad de las fuerzas intermoleculares.
- Distinguir sólidos metálicos, sólidos iónicos, sólidos en red y sólidos moleculares sobre la base de sus estructuras y sus propiedades.
- Calcular la presión al pie de una columna de líquido.
- Usar las leyes de los gases para calcular la presión, el volumen, la temperatura o el número de moles para condiciones dadas o para un cambio en las condiciones.
- Determinar la masa molar a partir de la densidad de un gas y viceversa.
- Calcular las presiones parciales y la presión total de los gases en una mezcla.
- Usar la ley de Graham para estimar las velocidades de efusión relativas.
- Describir el efecto de la temperatura sobre la velocidad media.
- Describir los modelos utilizados para estudiar los gases ideales y reales.

4.3.2 Listado de contenidos:

A) Propiedades de la materia. Propiedades intensivas y extensivas, físicas y químicas. Fuerzas intermoleculares; fuerzas de Van der Waals, puente de hidrógeno, dipolo-dipolo, ion-dipolo, etc. Estados de agregación de la materia y teoría cinético-corpuscular (cinético-molecular). B) Propiedades del estado líquido. Propiedades de los líquidos: viscosidad, tensión superficial, acción capilar. C) Propiedades del estado sólido. Clasificación de los sólidos. Celdas unitarias. Sólidos metálicos. Estructuras iónicas. Sólidos moleculares. Sólidos en red. Importancia en la relación con los materiales: propiedades de los sólidos. D) Propiedades del estado gaseoso. Propiedades de los gases: temperatura, presión, volumen específico. Leyes de los gases, presión parcial, Ley de Dalton. Difusión y efusión de gases. Ley de Graham. Distribución de Maxwell. Comportamiento de gases ideales y gases reales.

4.3.3 Principales actividades:

Actividad 12: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 3

Actividad 13: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

Actividad 14: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

Actividad 15: Práctico de laboratorio 2: Propiedades de la materia.

Actividad 16: Práctico de laboratorio 3: Propiedades de los gases.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.4 Unidad 4: Disoluciones

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Distinguir entre mezclas heterogéneas y homogéneas.
- Calcular la concentración de una disolución en diferentes unidades de concentración.
- Resolver ejercicios de dilución.

4.4.2 Listado de contenidos:

Sistemas heterogéneos y homogéneos. Coloides y suspensiones. Factores que afectan la solubilidad. Formación de precipitados. Disoluciones acuosas electrolíticas y no electrolíticas. Unidades de concentración: %m/m, %m/v, %v/v, molaridad (M), normalidad (N), molalidad (m), partes por millón (ppm), osmolaridad (osm), fracción molar (x). Dilución.

4.4.3 Principales actividades:

Actividad 17: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 4

Actividad 18: Práctico de laboratorio 4: Preparación de disoluciones

Actividad 19: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 4 en la plataforma virtual del curso

Actividad 20: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 4 en la plataforma virtual del curso

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.5 Unidad 5: Reacciones químicas

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Hallar el número de átomos en una masa dada de un elemento.
- Utilizar la constante de Avogadro para hacer conversiones.
- Calcular la masa molar de un compuesto, dada su fórmula química.
- Convertir masa a cantidad de moles, y viceversa, mediante el uso de la masa molar.
- Escribir y balancear ecuaciones químicas.
- Llevar a cabo cálculos estequiométricos.

4.5.2 Listado de contenidos:

Tipos de reacciones químicas. Reacciones ácido-base. Reacciones redox. Balanceo de ecuaciones químicas. Relaciones estequiométricas. Reactivo limitante. Pureza. Rendimiento.

4.5.3 Principales actividades:

Actividad 21: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 5

Actividad 22: Práctico de laboratorio 5: Reacciones químicas y estequiometría

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 23: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 5 en la plataforma virtual del curso

Actividad 24: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 5 en la plataforma virtual del curso

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.6 Unidad 6: Química orgánica

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Nombrar hidrocarburos simples y metano sustituidos.
- Distinguir compuestos alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos por las diferencias de enlace, estructura y reactividad.
- Identificar alcoholes y ácidos carboxílicos a partir de sus fórmulas.
- Reconocer compuestos halogenados, oxigenados y nitrogenados.
- Predecir el tipo de polímero que puede formar un monómero.
- Describir la composición de proteínas y distinguir sus niveles de estructura.
- Describir la composición de los polisacáridos.
- Describir las estructuras y funciones de los ácidos nucleicos.
- Determinar la carga orgánica en aguas residuales.

4.6.2 Listado de contenidos:

Clasificación y propiedades de los compuestos orgánicos. Hidrocarburos. Compuestos oxigenados. Compuestos nitrogenados. Compuestos orgánicos halogenados. Reacciones químicas orgánicas. Combustión de hidrocarburos. Benceno y sus derivados. Plásticos y Resinas. Principales materiales de este tipo utilizados en la industria. Polímeros. Biomoléculas. Compuestos de importancia económica, industrial y ambiental. Carga orgánica en aguas residuales.

4.6.3 Principales actividades:

Actividad 25: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 6

Actividad 26: Presentación oral grupal o creación de sitio web

Actividad 27: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 6 en la plataforma virtual del curso

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

V. Bibliografía

BÁSICA:

ATKINS y JONES, “Principios de Química: Los caminos del descubrimiento”, 5ta edición, Panamericana, 2012.

CHANG, R., “Química”, 11va edición, McGraw Hill, México, 2017.

BROWN, H., “Química, la ciencia central”, 11va edición, Pearson Educación, México, 2009.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

COMPLEMENTARIA:
WADE, L. G., "Química orgánica", 9na edición, Pearson Educación, México, 2017.

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible		
Ubicación en el Plan de Estudios	Primer Semestre		
Previas	Sin pre-requisito		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa de esta unidad está estructurado en 5 unidades temáticas bien definidas. Para poder alcanzar el objetivo de la unidad curricular se utilizará una metodología de trabajo basada en problemas, dónde las inquietudes de los estudiantes son el motor del proceso de aprendizaje. Los conceptos teóricos serán intercalados con actividades prácticas y de investigación, evitando las clases totalmente teóricas. El orden del cronograma de los temas

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

principales será preestablecido pero el contenido se irá acondicionando en la medida que los estudiantes planteen sus inquietudes y/o surjan interrogantes respecto a los temas tratados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante un panorama general acerca de la Gestión del Riego y Efluentes en el Desarrollo Rural Sostenible.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Específicamente, la unidad se enfocará en las acciones de gestión conducentes a un mejoramiento de las condiciones ambientales y la sostenibilidad de los emprendimientos de producción agropecuaria y agroindustrial. A su vez se profundizará el conocimiento en la utilización racional y regulada de los recursos naturales y la introducción de tecnologías ambientalmente amigables en sistemas de riego y tratamiento de efluentes.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis en distintas fuentes de información como libros, Internet, artículos científicos, entrevistas, encuestas.
- Integrar equipos de trabajos para la investigación y debate de los temas.
- Uso de material multimedia que facilite la comprensión e interpretación de los procesos tratados.
- Investigar en diversas fuentes de información sobre la aplicación de un buen manejo del agua y efluentes y su importancia para el desarrollo de las comunidades.
- Exposición de temas relacionados al curso.
- Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y diferentes actores del medio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitara al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usara como insumo los conocimientos generados en otras unidades.

2.6. Contenidos mínimos:

Conocimientos básicos respecto a la situación actual en gestión del riego y los efluentes y del impacto ambiental de los proyectos de riego y tratamiento de efluentes en explotaciones agropecuarias.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

- Primer Parcial 30%
- Segundo Parcial 30%
- Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Comunicación oral y escrita.
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidades de investigación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Agricultura familiar

4.1.1 Objetivo de la unidad:

Contribuir a la apropiación de conceptos claves asociados al sector de la agricultura familiar, por medio de una propuesta pedagógica que integre conocimientos y experiencias concretas sobre la agricultura familiar.

4.1.2 Listado de contenidos:

Concepto de Sostenibilidad. La agricultura familiar en nuestra región. La agricultura familiar y la sostenibilidad. La agricultura familiar, el desarrollo rural y las políticas públicas.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.1.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros.

4.2 Unidad 2: Clima y agua

4.2.1 Objetivo de la unidad:

Explicar y debatir diferentes aspectos del agua, clima y eventos extremos en nuestro país y la región teniendo en cuenta las singularidades del ámbito geográfico.

4.2.2 Listado de contenidos:

Cambio climático y agua. Efectos sobre recursos hídricos, sobre las demandas y sobre el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos. Estrategias de adaptación a eventos extremos y al cambio climático.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.2.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3 Unidad 3: Desarrollo rural

4.3.1 Objetivo de la unidad:

Entender la importancia del desarrollo local a partir del análisis de programas y políticas, de la identificación de roles en el sector agropecuario y agroindustrial, del conocimiento de las actividades específicas que implica y del conocimiento de los componentes de formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de proyectos integrales de desarrollo rural.

4.3.2 Listado de contenidos:

Programas de desarrollo rural en nuestro país y región. Políticas de desarrollo rural en Uruguay. Ejemplos de desarrollo rural.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica en formato pdf, material bibliográfico.

4.4 Unidad 4: Valor agregado

4.4.1 Objetivo de la unidad:

Generar conocimiento esencial sobre el mercado agropecuario y agroindustrial. Visualizar herramientas estratégicas de gestión y desarrollo que permitan detectar y aprovechar las oportunidades que estos sectores ofrecen.

4.4.2 Listado de contenidos:

Introducción a la definición de valor agregado. Procesos de industrialización. Proyectos de inversión.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica en formato pdf, material bibliográfico.

4.5 Unidad 5: Gestión ambiental

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Generar conocimiento sobre la gestión ambiental, recursos naturales y ecología desde una perspectiva interdisciplinaria.
- Brindar los conocimientos básicos requeridos sobre los conceptos de calidad ambiental y de desarrollo sostenible que permitan su comprensión y aplicación, efectuando las adaptaciones que correspondan.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5.2 Listado de contenidos:

Relación hombre-naturaleza. Modelo de cuencas hidrográficas. Marco regulatorio, normativas e instituciones nacionales vinculadas a la gestión ambiental. Acuerdos internacionales y regionales. Economía ambiental y de recursos naturales. Evaluación de impacto ambiental. Participación ciudadana. Decretos y leyes: Decretos de DINAMA y normas UNIT y OSE relacionadas con efluentes y residuos sólidos, su tratamiento y descarga en el ambiente. Indicadores de contaminación ambiental. Parámetros ambientales.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica en formato pdf, material bibliográfico.

V. Bibliografía

Achkar, M., Días, I., Domínguez, A. y Pesce, F. 2017. Uruguay. Naturaleza-Sociedad-Economía. Una visión desde la geografía. Banda Oriental, Montevideo.

Durán, A., y F. García Préchac. 2007. Vol I y II. Suelos del Uruguay. Origen, clasificación, manejo y conservación. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo.

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador I
Ubicación en el Plan de Estudios	Primer Semestre
Previas	Sin pre-requisito

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador I tiene como objetivo promover la integración de los conocimientos prácticos y académicos, la investigación participativa y la intervención situando al alumno en escenarios reales, en permanente contacto con el medio dónde realizará su trabajo profesional, logrando incorporar el saber, el saber ser y el saber hacer. Las actividades serán realizadas en formato semipresencial, con encuentros presenciales dos veces al mes. Lo virtual se compone de actividades sincrónicas los viernes en el horario de clase, y asincrónicas (manejo autónomo del tiempo). La metodología de aprendizaje se basa en el trabajo en grupo, presentaciones orales y escritas, evaluación de pares, además del trabajo individual. Se comenzará con una introducción a la realidad agropecuaria del país y a los diferentes rubros vinculados a la carrera. Se trabajará en la modalidad de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) proponiendo casos reales. Se estimulará la actitud reflexiva e innovadora en un escenario de retroalimentación constante donde se priorizará la identificación de problemas y la metodología de trabajo para abordar su resolución. El trabajo en talleres de escritura y presentaciones efectivas, pretenden apoyar la comunicación del trabajo realizado en grupo para los ABP y demás tareas individuales. Componen la unidad una serie de charlas técnicas, brindadas por especialistas en cada tema, con vinculación a las Instituciones públicas y privadas que tienen competencia en el sector. Es así como las mismas estarán relacionadas a la legislación y normativa, experiencias innovadoras, formulación y gestión de proyectos, acompañando el programa de estudio.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad curricular Proyecto Integrador I propone como objetivo generar a los estudiantes conocimiento, habilidades y metodologías de trabajo, que les permitan mantener un relacionamiento de trabajo en equipo en las diversas actividades propuestas.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica de campo donde se pretende que el alumno sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas, realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador I procura facilitar el aprendizaje del alumno a través de la incorporación e integración de conocimientos de las diferentes unidades curriculares que forman parte de la carrera, incorporando además su aprendizaje adquirido con en el medio. Esta integración se logra trabajando en coordinación y mediante la relación horizontal con las diferentes unidades curriculares de la carrera. El objetivo es lograr la interacción del alumno con las demás unidades curriculares y que puedan implementar los conocimientos básicos generados para que sean capaces de incorporarlo y aplicarlos en las demás unidades curriculares que se encuentran en relación con los temas a tratar durante el semestre en Proyecto Integrador I.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador I y nociones básicas de escritura académica.

Unidad 2: Nociones básicas de sistemas de riego y drenaje.

Unidad 3: Nociones básicas los sistemas de tratamiento de efluentes.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante: La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios: Se valorará para la evaluación continua:

- Participación en clase
- Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.
- Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.
- Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.
- Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.
- Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.
- Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.
- Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación:

Se utilizará como evaluación la Formula 2, de la cual la primera evaluación corresponderá a un cuestionario basado en preguntas sobre la temática dictada hasta ese momento.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Por último, para la segunda evaluación se dará entrega a los estudiantes diversos temas relacionados a la temática en estudio, donde ellos deberán presentar un modelo de informe escrito y posteriormente realizar una presentación oral del trabajo asignado.

Primera evaluación: 30 % (prueba parcial)

Segunda evaluación: 30 % (prueba parcial)

Evaluación continua: 40 % (Informes, actividades en clase, participación oral, asistencia)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador I, nociones básicas de escritura académica

Presentación de la unidad curricular Proyecto Integrador I, del equipo docente que acompañara al estudiante durante el transcurso del semestre, así como el sistema de evaluación del curso en modalidad presencial. Se indicarán los temas a tratar durante el semestre como: programa de la unidad, sistema de evaluación, metodología de trabajo, presentación de plataforma de trabajo en línea (plataforma Moodle). Adicionalmente se presentará la metodología para elaborar presentaciones orales, así como la posterior entrega de informes. Se otorga bibliografía que será trabajada durante el semestre. Organización de salidas a campo.

Actividades complementarias:

Se propondrá al estudiante la realización de un trabajo en modalidad de taller, donde se trabajará con la temática de identificación de diferentes tipos de informes técnicos, elaboración y contenidos.

En modalidad virtual se propondrá la realización de un trabajo en modalidad de taller, donde se continúa con el tema elaboración de informes técnicos.

Actividades complementarias:

Se dividirá la clase en grupos de estudiantes para trabajar la escritura académica, elaboración de informes y presentaciones. Organización de la salida de campo a realizar durante el semestre, considerando proponer posibles preguntas para realizar. Organización de las salidas a campo.

4.2 Unidad 2: Nociones básicas de sistemas de riego y drenaje

Salida a campo donde se realizará una visita al predio demostrativo del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) en Cerro Colorado, Florida. El objetivo de esta visita es lograr que el estudiante pueda logre identificar los diferentes módulos de riego y el sistema productivo.

Actividades complementarias:

El estudiante deberá de realizar la presentación escrita de un informe de caracterización y diagnóstico de la salida a campo propuesta, posteriormente de realizar en clase un análisis y discusión sobre la salida a campo.

Exposición de Charla técnica Charla técnica de introducción, “Normativa y Reglamentación” a cargo de técnicos de DINAGUA-Ministerio de Ambiente.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3 Unidad 3: Nociones básicas de sistemas de tratamientos de efluentes

Salidas a campo, visitas predios lecheros con manejo de efluentes. Se propone la visita a visita al tambo de Facultad de Veterinaria con el objetivo mostrarle al estudiante como se generan, gestionan y de tratan los efluentes en un tambo.

Exposición de charla técnicas "Normativas y reglamentaciones", y "Presentación de guías de Manejo de efluentes de corrales de engorde"

Análisis y discusión sobre las salidas a campo, informes realizados por los estudiantes.
Charlas técnicas de introducción, "Normativa y Reglamentaciones" y "Presentación de guías de Manejo de Efluentes".

Actividades complementarias:

El estudiante deberá de realizar un cuestionario con base a preguntas sobre la charla técnica y la elaboración de un informe de caracterización y diagnóstico de la visita realizada.

V. Bibliografía

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Guía para la presentación de tesis de posgrado, CAP, 2015

Guía para la presentación de tesis y trabajos finales de posgradohttp://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/guia_tesis_posgrados_julio_2012.pdf

http://www.aguaparaproducir.uy/noticias/item/la-directora-de-dgrn-ing-agr-mariana-hill-informa-en-el-anuario-opypa-mgap-2016-los-beneficios-del-riego-en-el-articulo-riego-en-uruguay-estrategias-para-su-desarrollo.html

Manual para el manejo de Efluentes de tambos. MGAP-PPR y Fundación Ricaldoni. 2008.En http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,mgap-institucional,mgap-ampliacion-llamados,O,es,0,PAG;CONC;599;3;D;documentos-de-interes;0;PAG

Manual para estudiantes y docentes de posgrados.Http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/manual_posgrados_junio_2012.pdf

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Bibliografía complementaria Tesis Disponibles en http://biblioteca.fagro.edu.uy/catalogo.php

Cazzuli Alba, Fiorella. 2011. Propuesta de riego multipredial y predios demostrativos en los inmuebles nº 518 y 521 del Instituto Nacional de Colonización. Tesis Maestría en Desarrollo Rural Sustentable. Facultad de Agronomía. UdelaR. 102p.

Fiorella Cazzuli Alba. 2011. Revisión bibliográfica y antecedentes sobre un proyecto de desarrollo que involucra riego multipredial y predios demostrativos. Monografía para obtener el Diploma en Desarrollo Rural Sustentable. Facultad de Agronomía. UdelaR. 34p.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Albicette, M y Brasesco, R. 2008. Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay. Monografía para obtener el Diploma en Desarrollo Rural Sustentable.Facultad de Agronomía. UdelaR. 40p

SEMESTRE 2

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Matemática II		
Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo Semestre		
Previas	Matemática I		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		
II. Descripción de la Unidad Curricular			
2.1 Presentación de la Unidad Curricular:			

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad curricular Matemática II se centra en avanzar en conceptos matemáticos dentro de la carrera, abordando funciones de varias variables, integrales múltiples y ecuaciones diferenciales, aplicando estos conocimientos específicamente en el contexto de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible. Se explorarán aplicaciones como modelización de flujo, gestión de recursos hídricos y estudio de contaminantes, entre otros; proporcionando a los estudiantes herramientas matemáticas esenciales para enfrentar desafíos del mundo real en este campo. La metodología incluye clases teóricas/prácticas, aplicaciones, estudios de caso, con evaluaciones continuas y proyectos para resignificar la comprensión y aplicación de los contenidos aprendidos.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad prepara a los estudiantes para abordar desafíos específicos en el uso racional y sostenible de los recursos hídricos y el tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. A través de la comprensión de funciones de varias variables, integrales múltiples y ecuaciones diferenciales, los estudiantes adquieren las herramientas matemáticas necesarias para modelar y resolver problemas prácticos en estos campos. La metodología, enfocada en la aplicación directa a través de ejemplos y estudios de caso, asegura una formación práctica y aplicada, esencial para la elevada especialización y tecnificación requerida en estos sectores.

La comprensión de funciones de varias variables y ecuaciones diferenciales permitirá a los estudiantes modelar con precisión el flujo de agua en sistemas de riego y drenaje, que es esencial para optimizar la distribución del agua en el sector agropecuario y agroindustrial, la aplicación de integrales múltiples en el cálculo de volúmenes y áreas es crucial para la gestión eficiente de embalses, tanques de retención y otros sistemas de almacenamiento de agua; de manera que los estudiantes estarán capacitados para diseñar estrategias que optimicen la disponibilidad de agua. El análisis de ecuaciones diferenciales en el contexto de la unidad curricular proporcionará a los estudiantes las herramientas necesarias para modelar y abordar problemas de transporte de contaminantes en efluentes, capacidad necesaria para desarrollar sistemas efectivos de tratamiento de aguas residuales en el sector agroindustrial, cumpliendo con estándares ambientales y prácticas sostenibles.

De esta manera la unidad curricular contribuye a formar al profesional en las áreas, área de dominio 1: Diseñar, evaluar, optimizar y modernizar los distritos y módulos de riego; área de dominio 2: Implementar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos; área de dominio 3: Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícola.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender y trabajar con funciones que dependen de más de una variable.
- Analizar propiedades de superficies tridimensionales y aplicar conceptos como gradientes y derivadas parciales.
- Calcular integrales dobles y triples.
- Aplicar integrales múltiples en contextos específicos de la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible.
- Resolver ecuaciones diferenciales. Aplicar ecuaciones diferenciales en la modelización de fenómenos.
- Relacionar los conceptos matemáticos aprendidos con situaciones prácticas en la Ingeniería.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Utilizar herramientas matemáticas para abordar problemas específicos del sector.
- Aplicar técnicas matemáticas avanzadas para resolver problemas reales en el contexto de la Ingeniería.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Pensamiento crítico, autorregulación del aprendizaje, autonomía, comunicación, lenguaje matemático, trabajo en equipo, colaboración, habilidades interpersonales, autoeficacia.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona con Matemática I, Física I, Física II, Mecánica de los Fluidos e Hidráulica.

2.6. Contenidos mínimos:

Conceptos básicos de derivación e integración de funciones de varias variables.
Ecuaciones Diferenciales.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

SCP 1 (30% primer parcial - 30% segundo parcial - 40% evaluación continua)
Evaluación Continua: se tendrá en cuenta la participación en las clases sincrónicas, la proactividad, la entrega de tareas en tiempo y forma, el trabajo en plataforma, la participación en los foros, la asistencia, actividades grupales e individuales, entre otras tareas.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Ecuaciones diferenciales

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Reconocer, resolver y aplicar Ecuaciones Diferenciales en problemas del área.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción a Ecuaciones Diferenciales, definición y características. Terminología. Soluciones y soluciones sujetas a condiciones iniciales. Ecuaciones Diferenciales lineales de primer orden. Ecuaciones Diferenciales lineales de segundo orden. Método de “los coeficientes indeterminados” y método de “Wronskiano”. Principio de superposición en ecuaciones no homogéneas. Aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales. Ecuaciones diferenciales de variables separables. Campos de pendientes. Interpretación y representación de soluciones de ED. Estudio particular de soluciones constantes en ecuaciones de variables separables a través de campos de direcciones (o pendientes) y de las ecuaciones diferenciales. Sistemas lineales de ecuaciones diferenciales de primer orden (SLED). Método de Reducción. Ajuste a condiciones iniciales.

4.1.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.1.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

4.2 Unidad 2: Funciones de varias variables

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Reconocer, comprender y trabajar con funciones de varias variables en problemas del área.

4.2.2 Listado de contenidos:

Nociones topológicas en Rn. Límites, continuidad, derivadas parciales y direccionales. Interpretaciones geométricas. Diferenciabilidad. Gradiente. Puntos estacionarios. Máximos y mínimos. Extremos condicionados. Aplicaciones.

4.2.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.2.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

4.3 Unidad 3: Integrales múltiples

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Reconocer, resolver y aplicar integrales múltiples en problemas del área.

4.3.2 Listado de contenidos:

Integrales paramétricas: continuidad y derivabilidad. Integrales iteradas. Integrales dobles, teorema de Fubini. Cambio de variable de coordenadas cartesianas a polares. Aplicaciones. Integrales triples. Cambio de variables a cilíndricas y esféricas. Aplicaciones.

4.3.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.3.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

V. Bibliografía

Stewart,J. (2012): Cálculo multivariable. 7° Edición. México. Cengage Learning Company

Larson, R. – Edwards, B. (2010): Cálculo 2 de varias variables. 9ª Edición. China. Cengage Learning Company.

Thomas, G. B (2010): Cálculo. Varias variables. 11ª Edición. México. Pearson Educación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Física II		
Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo semestre		
Previas	Física I		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Esta unidad curricular desarrolla e introduce la base teórica de la Física poniendo énfasis en la aplicación a los sistemas de riego y manejo de efluentes. Cumple el rol de desarrollar en los estudiantes ciertas capacidades y herramientas conceptuales para ser aplicadas en el tratamiento de problemas relacionados con los diferentes sistemas físicos, químicos y biológicos. Es una ciencia básica y fundamental en la carrera de Ingeniería, pues permite introducir al estudiante conceptos y conocimientos sumamente importantes como ser las leyes de conservación de la energía, el momento lineal y el momento angular. Aportará los fundamentos necesarios para desempeñar en forma correcta los próximos cursos de la carrera.

Al final del semestre se espera que el estudiante cuente con herramientas diversas necesarias para enfrentarse a la resolución de problemas reales asociados a la unidad temática, así como

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

con conocimientos teóricos suficientes que le permitan continuar su educación en las materias subsecuentes de la carrera.

Modelo Metodológico: El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante dos ejes principales: eje teórico y eje de aplicación práctica. Cada uno de estos ejes será abordado con metodologías específicas que permitan el desarrollo profesional y personal del estudiante de una forma integradora.

i. Eje teórico: Este eje será abordado en las instancias sincrónicas virtuales, utilizando diferentes recursos que permitan que el estudiante acompañe y asimile los conceptos teórico/prácticos asociados a la Física Las clases serán dictadas utilizando la pizarra digital, diapositivas y recursos informáticos adecuados, dando énfasis, tanto a la teoría como a la aplicación de la misma en la resoluciones de diversos problemas didácticos y reales. Serán propuestos diversos problemas al final de cada clase para fijar los conceptos adquiridos. Se colocará a disposición del estudiante los diferentes materiales utilizados como base teórica, así como listas de ejercicios conteniendo problemas básicos a avanzados, a través de las plataformas virtuales pertinentes o vía mail. Siempre que sea posible, se realizarán experiencias de laboratorio, que permitan visualizar los diferentes fenómenos.

ii. Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en aplicación de los conceptos teóricos a problemas prácticos relacionados a la unidad. Implementar los conocimientos adquiridos en ejercicios prácticos y prácticas de laboratorio que permita un mayor entendimiento de la teoría.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Física II consolida la formación en ciencias básicas del tramo Tecnólogo/a. Los principios de conservación (energía, cantidad de movimiento), la estática de fluidos y la termodinámica son la base física directa del comportamiento del agua en reposo y en movimiento, del intercambio de energía en el sistema suelo-planta-atmósfera y del funcionamiento de equipos de impulsión. Habilita al egresado a fundamentar técnicamente decisiones sobre instalación, operación y mantenimiento de sistemas de riego, drenaje y tratamiento de efluentes.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Aplicar las leyes de Newton y los teoremas de conservación de la energía, del momento lineal y del momento angular a la resolución de problemas.
- Calcular trabajo, energía y potencia en sistemas mecánicos y distinguir fuerzas conservativas de no conservativas.
- Determinar presiones y empujes en fluidos en reposo aplicando las leyes de Stevin y Pascal y el principio de Arquímedes.
- Interpretar la primera y la segunda ley de la termodinámica y aplicarlas a procesos isobáricos, isocóricos, isotérmicos y adiabáticos.
- Relacionar las propiedades térmicas de la materia con fenómenos de interés agronómico y ambiental (evaporación, calor latente, transferencia de calor).
- Ejecutar prácticas de laboratorio, procesar los datos obtenidos y elaborar el informe correspondiente.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de análisis energético de sistemas físicos, base del posterior análisis hidráulico y de eficiencia de uso del agua y la energía.
- Capacidad de aplicar los principios de la hidrostática al cálculo de esfuerzos sobre estructuras en contacto con el agua.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Capacidad de interpretación de procesos termodinámicos vinculados al ciclo hidrológico y a los procesos de tratamiento.
- Capacidad experimental y de comunicación técnica escrita a través de los informes de laboratorio.
- Autonomía en el estudio y responsabilidad en el cumplimiento de plazos.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Física I y se apoya en Matemática I y II. Es previa directa de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, unidad que retoma y profundiza la estática de fluidos aquí introducida. Sus contenidos son insumo de Clima y Agrometeorología, Hidrología, Hidráulica de Conducción e Hidrometría, Operación y Procesos Unitarios y Equipos de Bombeo

2.6. Contenidos mínimos:

Dinámica de la partícula: leyes de la fuerza, fricción y movimiento circular. Trabajo, energía cinética y potencia. Fuerzas conservativas, energía potencial y conservación de la energía mecánica. Momento lineal y momento angular. Estática de fluidos: densidad, presión, ley de Stevin, principio de Pascal y tensión superficial. Termodinámica: temperatura y calor, propiedades térmicas de la materia, primera y segunda ley de la termodinámica y procesos termodinámicos elementales.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

- Dos parciales con un peso de 30% el primero y 30% el segundo.
- Evaluación continua un 40%. Incluye realización de ejercicios prácticos, realización de cuestionarios en la plataforma, participación en las aulas e informes de laboratorio.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Dinámica de la partícula

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Saber utilizar las leyes de Newton para situaciones en movimiento y en condiciones estáticas. Interpretar adecuadamente los conceptos de trabajo, energía, potencia, momento lineal, momento angular.
- Saber aplicar las leyes de conservación de energía mecánica, momento angular y momento lineal a problemas simples que representen situaciones comunes.
- Identificar el rol de la fricción en los dispositivos tecnológicos. Beneficios (ej. soldadura por fricción y dificultades.

4.1.2 Listado de contenidos:

Leyes de la fuerza. Fuerza de fricción. Dinámica del movimiento circular uniforme. Ecuaciones del movimiento: Fuerzas constantes y no constantes. Principales actividades: Desarrollo de los conceptos teóricos. Clases teóricas. Resolución de problemas en clase. Recursos disponibles: Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase. Videos tutoriales ejemplificantes.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.3 Principales actividades:

Desarrollo de los conceptos teóricos. Clases teóricas. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Actividades de laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.2 Unidad 2: Trabajo y energía

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Definir trabajo como efecto de una fuerza sobre un cuerpo, y cómo calcular la cantidad de trabajo realizada.
- Definir energía cinética (energía de movimiento) de un cuerpo, y lo que significa físicamente.
- Describir cómo el trabajo total efectuado sobre un cuerpo cambia la energía cinética del cuerpo, y cómo utilizar este principio para resolver problemas de mecánica.
- Usar la relación entre trabajo total y cambio de energía cinética, cuando las fuerzas no son constantes y el cuerpo sigue una trayectoria curva, o ambas situaciones.
- Resolver problemas que implican potencia (tasa para efectuar trabajo).

4.2.2 Listado de contenidos:

Trabajo efectuado por una fuerza constante y variable. Energía cinética. Teorema del trabajo y la energía. Conservación de la energía.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Actividades de laboratorio. Entrega de informe de laboratorio. Cuestionario a través de la plataforma

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.3 Unidad 3: Conservación de la energía

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Utilizar el concepto de energía potencial gravitacional en problemas que implican movimiento vertical.
- Utilizar el concepto de energía potencial elástica en problemas que implican un cuerpo en movimiento unido a un resorte estirado o comprimido.
- Distinguir entre fuerzas conservativas y no conservativas, y resolver problemas donde ambos tipos de fuerzas actúan sobre un cuerpo en movimiento.
- Calcular las propiedades de una fuerza conservativa conociendo la función de energía potencial correspondiente.
- Emplear diagramas de energía para entender el movimiento rectilíneo de un objeto bajo la influencia de una fuerza conservativa.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.2 Listado de contenidos:

Fuerzas conservativas. Energía potencial. Sistemas conservativos unidimensionales. Conservación de la energía en un sistema de partículas.

4.3.3 Principales actividades:

Clases teóricas. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Prácticas de laboratorio.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.4 Unidad 4: Estática de fluidos

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer las propiedades de los fluidos en reposo y las leyes por las que se rigen.

4.4.2 Listado de contenidos:

Propiedades de los fluidos. Presión y densidad. Ley de Stevin. Principio de pascal. Tensión superficial.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios.

4.5 Unidad 5: Termodinámica

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Representar la transferencia de calor y el trabajo efectuado en un proceso termodinámico.
- Calcular el trabajo efectuado por un sistema termodinámico cuando cambia su volumen.
- Definir trayectoria entre estados termodinámicos.
- Utilizar la primera ley de la termodinámica para relacionar transferencia de calor, trabajo efectuado y cambio de energía interna.
- Distinguir entre los procesos adiabático, isobárico, isocórico e isotérmico.
- Describir relación entre la energía interna de un gas ideal y su temperatura.
- Diferenciar entre capacidades caloríficas molares a volumen constante y a presión constante, y cómo utilizar tales cantidades al realizar cálculos.
- Analizar los procesos adiabáticos en un gas ideal.

4.5.2 Listado de contenidos:

Temperatura y Calor. Propiedades térmicas de la materia. Primera ley de la termodinámica y Segunda ley de la termodinámica.

4.5.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios y preguntas para entrega por plataforma virtual.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Física para Ciencias e Ingeniería, Raymond A. Serway, Jonh W. Jewett,Editorial Cengage Learning,7ª edición, Vol. 1 (2015), ISBN-13: 978-607-481-357-9

Mecánica elemental , Juan Roederer, Ed. Eudeba,(2010), ISBN 9789502312255

Física universitaria, Sears y Zemansky. Editorial Pearson Educación de México, 13a edición, Vol 1,(2013). ISBN-10 : 607322124X

Adicionales:

Mecánica , keith R. Symon,Editorial Aguilar, Madrid, (1979), ISBN-13 : 978-8403201873

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Físico-Química
Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo Semestre
Previas	Química General
Carácter	Obligatoria

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Físico-Química se enmarca en una currícula con una visión integral e interdisciplinaria y tiene como misión concientizar y proporcionar conocimientos, habilidades y herramientas de química a los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible con el objetivo de hacer frente a los desafíos relacionados con el riego y el manejo de efluentes. Actualmente los procesos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario se centran en el aprendizaje basado en competencias, cuyo objetivo final es la adquisición por parte del estudiante, de capacidades y/o habilidades que implican la movilización, integración y adecuación de conocimientos y actitudes, utilizados eficazmente en distintas situaciones. La unidad curricular se organiza en módulos teórico-prácticos orientados a la formación en el conocimiento de la química utilizando metodologías de aprendizaje basado en problemas (ABP) con la realización de prácticas de Laboratorio.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales con la capacidad de gestionar integralmente los recursos hídricos y suelos, enfocándose principalmente en los sectores agropecuario y agroindustrial. La unidad curricular Físico-Química aporta los conocimientos básicos para la caracterización química de los recursos hídricos y de suelos.

Con respecto a la formación del Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible aporta a las competencias del egresado que se relacionan con el diagnóstico y caracterización de calidad de agua, de suelos, de efluentes agropecuarios y agroindustriales así como a la interpretación y evaluación de parámetros físico-químicos para el correcto funcionamiento de las operaciones y procesos.

Adicionalmente, el Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible es capaz de extrapolar los resultados de análisis físico-químicos para el diseño, construcción y gestión de: sistemas de riego y drenaje, sistemas potabilización, tratamiento de efluentes y procesos de biorremediación para contaminantes en agua y suelos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Físico-Química tiene como objetivos de aprendizaje que los estudiantes se apropien de una serie de conocimientos y competencias específicas, así como la adquisición y/o perfeccionamiento de varias competencias transversales.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Competencias específicas:

Comprender las bases moleculares de las transformaciones de los estados de la materia, y de las propiedades que presentan las disoluciones. Conocer las bases termodinámicas del equilibrio químico y cómo éste se ve afectado por condiciones como la temperatura y la presión. Aplicar los conceptos de equilibrio químico a sistemas acuosos. Conocer las leyes de la termodinámica y utilizarlas correctamente en la fundamentación de procesos físico-químicos. Caracterizar las reacciones químicas a través de su cinética y su mecanismo de reacción. Comprender la interacción entre la electricidad y las reacciones químicas. Desarrollar y/o perfeccionar la capacidad de trabajo y el desempeño en el laboratorio físico-químico.

Competencias transversales: Comunicación oral y escrita en español. Conocimiento del idioma inglés. Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Habilidades de gestión de la información. Resolución de problemas. Toma de decisiones. Habilidades interpersonales. Trabajo en equipo. Capacidad crítica y autocrítica. Compromiso ético. Capacidad de aprender. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad para generar nuevas ideas. Habilidad para trabajar de forma autónoma. Preocupación por la calidad. Motivación de logro.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Interpretar, analizar y predecir los cambios de fase de las sustancias. Comprender y realizar cálculos en base a las propiedades coligativas de las disoluciones. Conocer las leyes de la termodinámica, y aplicar las propiedades termodinámicas en la descripción físico-química de sistemas y procesos. Calcular la energía transferida en forma de calor o de trabajo en una reacción química. Predecir cuándo una reacción química será o no espontánea. Explicar la naturaleza del equilibrio químico, predecir la dirección de las reacciones químicas y realizar cálculos de concentración para sistemas en equilibrio. Comprender y dominar la química ácido-base de los sistemas acuosos. Poseer las herramientas necesarias para el estudio de la velocidad de las reacciones químicas y la capacidad de describirlas de acuerdo a su mecanismo de reacción. Comprender cómo ocurre la transferencia electrónica en las reacciones electroquímicas. Desarrollar habilidades propias del trabajo en el laboratorio físico-químico.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Físico-Química se relaciona horizontalmente con las unidades de estudio del mismo semestre, introduciendo a los estudiantes conceptos básicos que serán utilizados en Introducción a las Ciencias Biológicas, Geografía Física y Proyecto Integrador II. Los métodos de cálculo aprendidos en Matemática II, serán aplicados para resolver ejercicios y problemas de Físico-Química. Las competencias adquiridas en esta unidad curricular aportarán al desarrollo de los Proyectos de Titulación Intermedia y Titulación Final.
La aprobación del curso de Físico-Química es pre-requisito para cursar las unidad curricular del tercer semestre: Química Ambiental.

Los conocimientos aprendidos en Físico-Química servirán de base para lograr los objetivos de aprendizaje en diversas áreas del Plan de Estudios, a lo largo de la carrera, incluidos en las siguientes Unidades Curriculares: Química Ambiental, Fisiología Vegetal, Sistemas Productivos y Medio Ambiente, Manejos de Suelos, Microbiología Ambiental, Necesidades Hídricas de los Cultivos, Introducción a la Gestión Ambiental, Clima y Agrometeorología y Laboratorio de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Análisis Ambiental, Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay, Efluentes y Residuos, Biotecnología Ambiental. Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento, Potabilización del Agua, Fertirrigación en Cultivos Intensivos, Operación y Procesos Unitarios, Ingeniería de Procesos, Hidrología Subterránea, Cinética y Cálculo de Reactores, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua, Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos, Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos, y Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Equilibrio físico

Unidad 2: Termodinámica

Unidad 3: Equilibrio químico

Unidad 4: Cinética

Unidad 5: Mecanismos de reacción

Unidad 6: Electroquímica

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

- Comprende fenómenos de naturaleza físico-química a nivel molecular y a nivel macroscópico, utilizando el lenguaje y los símbolos apropiados para describirlos y explicarlos.
- Es capaz de transferir los conocimientos de físico-química desde su aplicación en problemas básicos a diferentes contextos de casos en el mundo real.
- Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos.
- Analiza y argumenta coherentemente su postura frente a estudios de caso.
- Propone soluciones viables y originales ante una situación problemática.
- Interpreta correctamente los datos experimentales y los respalda con una adecuada fundamentación teórica.
- Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación:

- Dos parciales escritos (Primer parcial: 30 %, Segundo parcial: 30 %)
- Evaluación continua (Informes de Laboratorio, actividades en clase y trabajos en la plataforma virtual: 40 %)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Equilibrio físico

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Interpretar un diagrama de fase de un componente.
- Predecir las solubilidades relativas a partir de la polaridad molecular.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Utilizar la ley de Henry para calcular la solubilidad de un gas.
- Identificar y calcular propiedades coligativas de las soluciones.
- Identificar los coloides y explicar sus propiedades.

4.1.2 Listado de contenidos:

Equilibrio de fases. Presión de vapor. Volatilidad. Ebullición. Congelación y fusión. Diagramas de fase. Propiedades críticas. Solubilidad. Presión y solubilidad de los gases: Ley de Henry. Temperatura y solubilidad. Propiedades coligativas: descenso de la presión de vapor, descenso crioscópico, aumento ebulloscópico, presión osmótica. Coloides y suspensiones.

4.1.3 Principales actividades:

Actividad 1: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 1

Actividad 2: Práctico de laboratorio 1: Solubilidad

Actividad 3: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 1 en la plataforma virtual del curso

Actividad 4: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 1 en la plataforma virtual del curso

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.2 Unidad 2: Termodinámica

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Calcular el trabajo de expansión realizado por un gas.
- Realizar cálculos con la capacidad calorífica de las sustancias.
- Escribir ecuaciones termoquímicas y calcular cambios de entalpía.
- Establecer y explicar las implicaciones de la 1a ley de la termodinámica.
- Calcular el cambio de energía interna debido al calor y al trabajo. Interpretar la curva de calentamiento de una sustancia.
- Calcular la entalpía global de una reacción usando la ley de Hess.
- Cálculo de entalpía estándar de una reacción.
- Calcular cambios de entropía para cambios físicos.
- Comparar entropía de dos sistemas.
- Determinar la espontaneidad de un proceso a partir del cambio en la energía libre de Gibbs.

4.2.2 Listado de contenidos:

A) Sistemas, estados y energía. Sistemas. Trabajo y energía. Trabajo de expansión. Calor. Medición del calor. B) 1ª ley de la termodinámica: trabajo y calor. Funciones de estado. Origen de la energía interna. C) Termoquímica. Entalpía. Transferencia de calor. Capacidad calorífica. Entalpía de reacción. Ley de Hess. Entalpía de formación. Calorimetría. Curva de calentamiento. D) 2ª y 3ª ley de la termodinámica: entropía y energía libre de Gibbs. Entropía. Cambios en la entropía. Espontaneidad. Energía libre de Gibbs. Energía libre de formación. Efecto de la temperatura. Energía libre y la constante de equilibrio. Energía libre y trabajo.

4.2.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 5: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 2

Actividad 6: Práctico de laboratorio 2: Termoquímica

Actividad 7: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 2 en la plataforma virtual del curso

Actividad 8: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 2 en la plataforma virtual del curso

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.3 Unidad 3: Equilibrio químico

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Escribir constantes de equilibrio.
- Predecir la dirección de una reacción.
- Efectuar la conversión entre Kc y Kp.
- Realizar cálculos de equilibrio.
- Utilizar el principio de Le Chatelier para predecir el cambio en la composición de equilibrio de una mezcla de reacción.
- Identificar los ácidos y bases en una reacción química.
- Escribir las fórmulas para ácidos y bases conjugados.
- Calcular las concentraciones de iones en una solución de un ácido o de una base.
- Calcular el pH y el pOH.
- Predecir fuerzas relativas de ácidos y bases a partir del valor de Ka.
- Calcular el valor de Ka para un ácido débil.
- Calcular el pH y la desprotonación porcentual de un ácido débil y de una base débil.
- Calcular el pH de una disolución amortiguadora.
- Explicar las características de las curvas de pH de titulación.
- Describir el efecto del ion común.
- Calcular la constante de equilibrio a partir de la energía libre de Gibbs estándar.

4.3.2 Listado de contenidos:

A) Propiedades del equilibrio químico. Reacciones en el equilibrio y constante de equilibrio (K). Reversibilidad de las reacciones. Equilibrio y ley de acción de masas. Cociente de reacción (Q). Predicción de la dirección de una reacción. Principio de Le Chatelier. Adición y extracción de reactivos. Compresión de una mezcla de reacción. Temperatura y equilibrio. Energía libre y la constante de equilibrio. B) Equilibrios acuosos. Definiciones de ácidos y bases. Escala de pH. Equilibrio ácido-base. Disociación de ácidos y bases débiles. Constantes de acidez y basicidad. Pares conjugados. Soluciones buffers o amortiguadores. Indicadores ácido-base. Titulación ácido-base. Hidrólisis. C) Equilibrios de solubilidad. Factores que afectan la solubilidad. Formación de precipitados. Producto de solubilidad. Efecto del ion común.

4.3.3 Principales actividades:

Actividad 9: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 3

Actividad 10: Práctico de laboratorio 3: Equilibrio químico

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 11: Práctico de laboratorio 4: Titulación ácido-base

Actividad 12: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

Actividad 13: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 3 en la plataforma virtual del curso

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

4.4 Unidad 4: Cinética

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Determinar el orden de una reacción, su ley de velocidad y su constante de velocidad a partir de los datos experimentales.
- Calcular la concentración, tiempo o constante de velocidad usando una ley de velocidad integrada.
- Describir y aplicar los distintos métodos de análisis cinético.
- Explicar la influencia de la temperatura en la velocidad de reacción.

4.4.2 Listado de contenidos:

Velocidad de reacción. Ley de velocidad, constante de velocidad y orden de reacción. Métodos de análisis de datos experimentales cinéticos. Método diferencial. Método integral: reacciones de orden 0, 1 y 2. Método del aislamiento. Método de la vida media. Reacciones compuestas: definiciones y leyes de velocidad. Reacciones en paralelo. Reacciones opuestas. Reacciones consecutivas. Reacciones con retroalimentación. Simplificación de las leyes cinéticas de reacciones compuestas. Hipótesis del estado estacionario. Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción. Ley de Arrhenius. Ley de Kooij.

4.4.3 Principales actividades:

Actividad 14: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 4

Actividad 15: Práctico de laboratorio 5: Análisis cinético de una reacción química

Actividad 16: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 4 en la plataforma virtual del curso

Actividad 17: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 4 en la plataforma virtual del curso

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto

4.5 Unidad 5: Mecanismos de reacción

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Distinguir los diferentes mecanismos de reacción.
- Utilizar la ecuación de Arrhenius y la dependencia con la temperatura de una constante de velocidad para determinar la energía de activación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Explicar la teoría de las colisiones y la teoría del estado de transición.
- Describir la acción de los catalizadores.

4.5.2 Listado de contenidos:

Reacciones elementales. Reacciones compuestas. Reacciones en cadena. Efecto de la temperatura. Teoría de colisiones. Teoría del estado de transición. Catálisis. Catalizadores industriales. Catalizadores en los seres vivos: enzimas.

4.5.3 Principales actividades:

Actividad 18: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 5

Actividad 19: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 5 en la plataforma virtual del curso

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto

4.6 Unidad 6: Electroquímica

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Igualar reacciones químicas redox.
- Estimar la energía libre de reacción a partir del potencial de una pila.
- Escribir el diagrama de pila para una reacción redox y viceversa.
- Determinar el potencial estándar de un electrodo a partir del potencial de una pila.
- Calcular el potencial estándar de un par redox a partir de dos estados de oxidación relacionados.
- Predecir el sentido espontáneo de una reacción redox utilizando la serie electroquímica.
- Realizar cálculos con la ecuación de Nernst.
- Calcular la cantidad de producto producido por electrólisis.
- Describir la corrosión y las formas de protección.

4.6.2 Listado de contenidos:

Semirreacciones. Igualación de ecuaciones redox. Estructura de las pilas galvánicas. Potencial de pila y energía libre de reacción. Notación de pilas. Potenciales estándares. Serie electroquímica. Potenciales estándares y constantes de equilibrio. Ecuación de Nernst. Electrodos selectivos para iones. Electrólisis. Corrosión.

4.6.3 Principales actividades:

Actividad 20: Resolución de prácticos de ejercicios y problemas de la Unidad 6

Actividad 21: Práctico de laboratorio 5: Celdas galvánicas

Actividad 22: Cuestionario de autoevaluación de la Unidad 6 en la plataforma virtual del curso

Actividad 23: Trabajo en el espacio interactivo de la Unidad 6 en la plataforma virtual del curso

Actividad 24: Presentación oral grupal o creación de sitio web

4.6.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Presentaciones audiovisuales, material bibliográfico, aplicaciones web en plataforma virtual, revistas de ciencias de acceso abierto.

V. Bibliografía

BÁSICA:

ATKINS y JONES, "Principios de Química: Los caminos del descubrimiento", 5ta edición, Panamericana, 2012.

CHANG, R., "Química", 11va edición, McGraw Hill, México, 2017.

BROWN, H., "Química, la ciencia central", 11va edición, Pearson Educación, México, 2009.

COMPLEMENTARIA:

ATKINS, P., "Química Física", 8va edición, Panamericana, Buenos Aires, 2008.

LEVINE, I. N., "Principios de Fisicoquímica", 6ta edición, McGraw Hill, México, 2014.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Geografía Física		
Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo semestre		
Previas	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa de esta unidad está estructurado en 5 módulos. El primero es una introducción al concepto de geografía física y biogeografía. El segundo es climatología, y los últimos tres están más relacionados a la descripción del terreno y temas relacionados con el suelo (geomorfología, hidrología edafología y geología). Para poder alcanzar el objetivo de la unidad curricular se utilizará una metodología de trabajo basada en problemas, dónde las inquietudes de los estudiantes será el principal factor para el proceso de aprendizaje. Los conceptos teóricos serán intercalados con actividades grupales y ejemplos de investigación, evitando las clases totalmente teóricas. El orden del cronograma de los temas principales será preestablecido pero el contenido se irá acondicionando en la medida que los estudiantes planteen sus inquietudes y/o surjan interrogantes respecto a los temas tratados. Las clases serán de 2 horas con un corte de 5 minutos dependiendo la dinámica de la clase.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad funciona como soporte a la hora de fundamentar la toma de decisiones del egresado cuando se le demande vincular los conocimientos técnicos de riego y manejo de efluentes, con los efectos concretos de estos sobre la topografía, las diferentes clases de suelos y el paisaje del entorno en cual están trabajando.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y saberes que vinculan factores del terreno con actividades humanas.
- Aportar los conocimientos básicos respecto a la situación actual en técnicas estudio del terreno, factores del ambiente que pueden potencialmente modificar el paisaje y el impacto ambiental que puede tener el riego en el ecosistema de estudio.
- Familiarizar al alumno con métodos y técnicas de recolección, análisis e interpretación de datos para la investigación biogeográfica.
- Preparar al estudiante para la comprensión de la problemática ambiental contemporánea, así como para su futuro desempeño profesional, considerando en particular la situación en Uruguay.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar a los estudiantes con trabajos en equipo.

Encontrar diferentes formas de exponer las clases y brindar diferentes tipos de materiales de estudio para ampliar el conocimiento del estudiante.

Generar debate de forma de discutir artículos de investigación y problemáticas hoy en día dentro de la geografía física.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Incentivar al estudiante con ejemplos del perfil del cargo y aplicaciones directas de la unidad en su posterior trabajo y asignaturas posteriores.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta es una unidad que comprende varias ramas de las cuales más adelante en la carrera se profundizaran por lo tanto es importante introducir al estudiante en conceptos básicos y precisos de forma que sirvan de herramientas para facilitar el aprendizaje de unidades más específicas posteriormente como son Manejo de Suelos, Clima y Agrometeorología, entre otras. Tratar de generar un vínculo con la unidad proyecto de forma de aprovechar las salidas de campo planificadas en esa unidad para generar el contacto con el medio físico y lo que se da en esta unidad.

2.6. Contenidos mínimos:

La unidad pretende desarrollar diferentes temáticas dentro de la geografía física como Hidrología, Edafología, Climatología, Geología y Biogeografía. Dentro de estos temas se pretende introducir al estudiante con conceptos básicos y precisos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Se propone un primer parcial de 25% que abarque los dos primeros módulos un segundo parcial de 35 % con los últimos 3 módulos y un 40 % en evaluación continua algún trabajo grupal y desempeño en clases.

La evaluación continua se realizará con la participación en clase trabajos en grupos e interés mostrado a la hora de estudiar.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción al concepto de geografía física y biogeografía

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir al estudiante en los conceptos de geografía física y biogeografía

4.1.2 Listado de contenidos:

Temas a desarrollar. Ubicación, Lugar, Interacción hombre medio ambiente, Movilidad y Región.

Ubicación: Introducir al estudiante dentro de los medios que existen de ubicación ejemplo coordenadas latitud, longitud y mencionar sistemas nuevos de información geográfica por GPS.

Lugar: Descripción de lugares según uso del suelo y el ambiente que los rodea.
Interacción hombre medio ambiente: En este punto describir cómo el ser humano puede interferir en el paisaje modificando el medio ambiente.

Movilidad: Tendencias de cómo puede un paisaje mudarse a través del tiempo.

Región: Concepto de región y como puede ser delimitada una región. Concepto de ecosistema, biomas, hábitats, paisajes.

4.1.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividad 1: teóricos las 2 primeras semanas o las 3 primeras semanas dependiendo de las dinámicas de las clases.

4.1.4 Recursos disponibles:

Se usará Cañón, Proyector, Libro de referencia de geografía física y algún material extra de la web.

4.2 Unidad 2: Climatología

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir los conceptos del clima en Uruguay principales variables climáticas importancia del clima en la producción y sus limitantes.

4.2.2 Listado de contenidos:

Dentro de este módulo se verán temas generales sobre la climatología en el Uruguay en base a los aspectos vistos en el módulo 1 atmosfera y elementos.

Temas a desarrollar: ciclo del agua, régimen hídrico del Uruguay, elementos y factores del clima.

Caracterización de zona climáticas en el Uruguay. Evapotranspiración y agua retenida y no retenida por los suelos.

4.2.3 Principales actividades:

Actividades teóricas

4.2.4 Recursos disponibles:

Cañón para la presentación de clases y serie técnica del INIA, libro de geografía física y algún material complementario de apoyo didáctico

4.3 Unidad 3: Geomorfología

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir al estudiante en las diferentes maneras que hay de leer un mapa mostrar diferentes mapas e introducir conceptos de geomorfología aplicados al terreno

4.3.2 Listado de contenidos:

Dentro de esta unidad desarrolla las diferentes formas de relieve, definición de mapa topográfico y diferentes tipos de mapas, curvas de nivel, y factores geológicos y dentro de estos ver fenómenos que pueden modelar el relieve (sedimentación, erosión, transporte, etc).

4.3.3 Principales actividades:

Actividades teóricas con algún trabajo en equipo o eventual tarea domiciliaria simple.

4.3.4 Recursos disponibles:

Uso de cañón para el dictado de las clases

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.4 Unidad 4: Hidrología

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir al estudiante en los conceptos principales de hidrología cuencas, cursos de agua volúmenes de agua para que posteriormente comprender la disciplina con cursos más específicos de la carrera

4.4.2 Listado de contenidos:

Precipitaciones, Ríos, Arroyos, Cañadas, ciclo hidrológico

introducción el estudio de cuencas hidrográficas,

métodos de delimitar cuencas, caudales,

introducción del concepto de acuífero e hidrología subterránea.

4.4.3 Principales actividades:

Actividades teóricas y eventual practico de medición de caudal en alguna salida con proyecto II.

4.4.4 Recursos disponibles:

Cañón para dictar las clases repartido de hidrología básica aplicada

4.5 Unidad 5: Geología y edafología

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Aproximar al estudiante al concepto de suelo y rocas del Uruguay y propiedades físicas y químicas asociadas a ellos. Introducir la taxonomía de suelos

4.5.2 Listado de contenidos:

Definición de suelo, tipos de suelos, propiedades físicas y químicas de los suelos, caracterización de los suelos en Uruguay por zonas, usos del suelo dependiendo el tipo de suelo que sea. Introducción al concepto de erosión y deposición

Formaciones geológicas, factores de formación de suelo, problemas relacionados a estructuras geológicas para modelización del paisaje. Cartas geológicas y de suelos.
Propiedades de los materiales geológicos para la construcción de obras hidráulicas.

4.5.3 Principales actividades:

Actividades teóricas y eventual practico de reconocimiento de suelos, descripción de perfiles y rocas en alguna salida con proyecto 2.

4.5.4 Recursos disponibles:

Cañón para dictar las clases

V. Bibliografía

BÁSICA:

1989; ARTHUR N. STRAHLER; ALAN H. STRAHLER GEOGRAFIA FISICA (3ª ED.)

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2007; Allen Bateman HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA - Grupo de Investigación en UPC Transporte de Sedimentos; disponible en www.gits.ws.

1980-2009 José Pedro Castaño Agustín Giménez, Mauricio Ceroni, José Furest, Rossina Aunchayna CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL URUGUAY - Serie Técnica N° 193 2011, INIA ISBN: 978-9974-38-330-2

1974; A Durán., etal, Suelos Del Uruguay. Volumen 1

COMPLEMENTARIA:

Sitio web del instituto nacional de investigación agropecuaria (INIA) http://www.inia.uy/gras

Sitio web de introducción a conceptos básicos de hidrología; http://users.exa.unicen.edu.ar/~jdiez/files/cstierra/apuntes/unidad1.pdf

2011; Ampliar del Dossier, GEOMORFOLOGÍA – MAPAS GEOMORFOLÓGICOS

(1995) Blondel, Jacques Biogéographie. Approche écologique et évolutive. Paris: Masson.

(1973) Cabrera, A., Willik Biogeografía de América Latina. Monografías Científicas - Serie Biología No. 13. Washington: OEA.

(1973) Cox, Bary Biogeography: an Ecological and Evolutionary Approach. 3er. Ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

(1988) Dos Passos, Messias Modesto Biogeografía e Paisagem. Sao Paulo: FCT – UNESP

(1973) Lacoste, Alain, Salanon, Robert Biogeografía. Madrid: Oikos-tau S.A.

(1980) Park, Chris Ecology and Environmental Management. A Geographical Perspective. Boulder: Dawson Wetview Press

(1985) Pears, Nigel Basic Biogeography. 2nd. Ed. New York: Longman Scientific and Technical.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Introducción a las Ciencias Biológicas

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo Semestre		
Previas	Sin pre-requisito		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa de esta unidad está estructurado en 4 unidades temáticas bien definidas. Para poder alcanzar el objetivo de la unidad curricular se utilizará una metodología de trabajo basada en problemas, dónde las inquietudes de los estudiantes son el motor del proceso de aprendizaje. Los conceptos teóricos serán intercalados con actividades prácticas y de investigación, evitando las clases totalmente teóricas. El orden del cronograma de los temas principales será preestablecido pero el contenido se irá acondicionando en la medida que los estudiantes planteen sus inquietudes y/o surjan interrogantes respecto a los temas tratados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante un panorama general sobre las Ciencias Biológicas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Específicamente, la unidad se enfocará en construir los conocimientos básicos unificadores de la Bilogía, para comprender en forma integrada los fenómenos biológicos de mayor complejidad, a su vez, se pretende que el estudiante asimile los contenidos procedimentales básicos y principales, que serán transversales a lo largo de su formación profesional.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis en distintas fuentes de información como libros, Internet, artículos científicos, entrevistas, encuestas.
- Integrar equipos de trabajos para la investigación y debate de los temas.
- Usar material multimedia que facilite la comprensión e interpretación de los procesos tratados.
- Investigar en diversas fuentes de información sobre la aplicación de las ciencias biológicas y su importancia para el desarrollo de las comunidades.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Exposición de temas relacionados al curso.
- Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y diferentes actores del medio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitara al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usara como insumo los conocimientos generados en otras unidades.

2.6. Contenidos mínimos:

Introducción al estudio de la ciencia y a la metodología de la investigación. Niveles de organización biológica y propiedades de la materia viviente. La química de la vida. Biología celular: organización, estructura y función de la célula, tejidos, reproducción celular y ciclos vitales. Principios de genética y herencia; teoría de la evolución orgánica y genética de poblaciones. Origen de la vida, clasificación y filogenia de los organismos, reinos y nociones de ecología.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

- Primer Parcial 30%
- Segundo Parcial 30%
- Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Comunicación oral y escrita.
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidades de investigación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a las ciencias biológicas

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Contribuir a la apropiación de conceptos claves asociados al estudio de la Ciencia, por medio de una propuesta pedagógica que integre conocimientos y experiencias concretas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción al estudio de la ciencia. Metodología de la investigación. Niveles de organización biológica. Concepciones sobre la vida. Propiedades de la materia viviente. La química de la vida.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.1.4 Recursos disponibles:

Revistas de ciencias, Libros.

4.2 Unidad 2: Introducción a la biología celular

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Conocer los fundamentos básicos sobre la biología celular

4.2.2 Listado de contenidos:

Organización celular. Estructura y función de la célula. Tejidos. Reproducción celular, ciclos vitales.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.2.4 Recursos disponibles:

Revistas de ciencias, Libros.

4.3 Unidad 3: Introducción a la genética y evolución

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Entender la importancia de los principios en genética y evolución.

4.3.2 Listado de contenidos:

Principios de genética y herencia. Teoría de la evolución orgánica. Principios de genética de poblaciones.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas**.**

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica en formato pdf, material bibliográfico.

4.4 Unidad 4: Introducción a la biología de los organismos

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Generar conocimiento esencial sobre la biología de los organismos.

4.4.2 Listado de contenidos:

Origen de la vida. Clasificación y filogenia de los organismos. Reinos. Ecología.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas**.**

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica en formato pdf, material bibliográfico.

V. Bibliografía

BEGON M, J.L. HARPER Y C.R. TOWENSEND. 1999. Ecología, Individuo, Poblaciones y Comunidades. 3ra. Edición. Omega, Barcelona.

HUTCHINSON, G.E. 1979. /El teatro ecológico y el drama evolutivo/. Blume Ecología, Barcelona.

LOPRETO, E. Y G. TELL. 1995. /Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio/. Tomo I. Ediciones Sur, La Plata.

MARGALEF, R. 2002. /Teoría de los sistemas ecológicos/. Alfa omega Grupo Editor, México.

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto integrador II
Ubicación en el Plan de Estudios	Segundo Semestre

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Previas	Proyecto integrador I		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador II tiene como principal objetivo profundizar en las áreas de conocimiento en las cuales los estudiantes desarrollaran su vida profesional. Es así que siguiendo el hilo conductor de Proyecto I y que continua durante todo Proyecto Integrador, sumando niveles de dificultad y aprendizaje, la unidad curricular se sustenta en tres pilares fundamentales que son; el relacionamiento con el medio, la escritura académica y el trabajo en equipos.

Las 4 unidades en la que se organiza la Unidad Curricular, recorren las diferentes temáticas y conceptos que se van abordando en la carrera. La vinculación con el medio se desarrolla a través de la organización de visitas a campo, así como también se bridará una serie de exposiciones por parte de técnicos/as especializados, en consonancia con las mismas se brindarán talleres de elaboración de informes técnicos, comprensión lectora y escritura académica, para desarrollar sus habilidades de escritura y búsqueda de información. Los trabajos también deberán ser expuestos de forma oral, incorporando la práctica en presentaciones efectivas tanto individuales como grupales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Proyecto Integrador II propone como objetivo generar los estudiantes conocimiento, habilidades y metodologías de trabajo, que les permitan mantener un relacionamiento de trabajo en equipo en las diversas actividades propuestas.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Integrar los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica de campo donde se pretende que el alumno sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas, realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador II procura facilitar el aprendizaje del alumno a través de la incorporación e integración de conocimientos de las diferentes unidades curriculares que forman parte de la carrera, incorporando además su aprendizaje adquirido con en el medio. Esta integración se logra trabajando en coordinación y mediante la relación horizontal con las diferentes unidades curriculares de la carrera. El objetivo es lograr la interacción del alumno con las demás unidades curriculares y que puedan implementar los conocimientos básicos generados para que sean capaces de incorporarlo y aplicarlos en las demás unidades curriculares que se encuentran en relación con los temas a tratar durante el semestre en Proyecto Integrador II.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador II

Unidad 2: Metodología de la Investigación, Escritura Académica

Unidad 3: Nociones Básicas de digestión anaerobia aplicada al Uruguay

Unidad 4: Principios de sostenibilidad aplicado a los sistemas de riego en el Uruguay

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios:

Se valorará para la evaluación continua:

- Participación en clase.
- Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.
- Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.
- Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.
- Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.
- Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.
- Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.
  Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación:

Se utilizará como evaluación la Formula SCP 2, de la cual la primera evaluación corresponderá a un cuestionario basado en preguntas sobre la temática dictada hasta ese momento. Por último, para la segunda evaluación se dará entrega a los estudiantes diversos temas relacionados a la temática en estudio, donde ellos deberán presentar un modelo de informe escrito y posteriormente realizar una presentación oral del trabajo asignado.

Primera evaluación: 30 % (prueba parcial)

Segunda evaluación: 30 % (prueba parcial)

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Evaluación continua: 40 % (Informes, actividades en clase, participación oral, asistencia)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto integrador II

Presentación de la unidad curricular Proyecto Integrador II y del equipo docente que acompañara al estudiante durante el transcurso del semestre. Se indicarán los temas a tratar durante el semestre como: programa de la unidad, sistema de evaluación, metodología de trabajo, presentación de plataforma de trabajo en línea (plataforma Moodle).

Presentación de trabajo en equipo, donde se tratarán temas de reseña histórica en temas que involucran al riego, efluente y potabilización enfocado a generar conocimiento sobre su causa y aplicabilidad enfocado al desarrollo de la sustentabilidad temática que compete a la carrera.

Para llevar a cabo esta actividad se les asignara a los estudiantes una propuesta donde deberán de realizar una búsqueda bibliográfica y tener la capacidad de elaborar una presentación oral de la misma.

Organización de las salidas a campo a realizar durante el semestre.

Actividades complementarias

El estudiante deberá de realizar Presentación en equipo en modalidad virtual tema proporcionado en la actividad a desarrollar.

4.2 Unidad 2: Metodología de la investigación

Establecer y distinguir conceptos básicos sobre la metodología científica y su aplicación. Permitir que el estudiante tenga una básica noción de cómo se elabora y estructura un informe. El objetivo de esta actividad es que el estudiante pueda aplicar estas nociones en el desarrollo de informes solicitados tanto en Proyecto Integrador II como en el resto de las unidades curriculares que le sean solicitados de tal manera que le sea de fácil desarrollo.

4.3 Unidad 3: Nociones básicas de digestión anaerobia aplicada al Uruguay

Exposición de charla técnica tenido como enfoque la inducción al estudiante en nociones básicas sobre la digestión anaerobia aplicando tecnología de biodigestores.

Se realizará una visita técnica a Lanas Trinidad Industria Uruguaya productora y exportadora de lana lavada y lana peinada, con el objetivo de que el estudiante conozca el proceso de producción y la generación del efluente y su posterior tratamiento.

Actividades complementarias

El estudiante deberá de realizar un cuestionario con base a preguntas sobre la charla técnica y la elaboración de un informe de caracterización y diagnóstico de la visita a Lanas trinidad.

4.4 Unidad 4: Principios de sostenibilidad aplicado a los sistemas de riego en el Uruguay

Exposición de Charla técnica tenido como enfoque la inducción al estudiante en nociones básicas sobre el sector forestal, logrando la adquisición de conocimientos sobre el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías incorporadas en este sector.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Se realizará una visita técnica a vivero de la zona, con el objetivo de que el estudiante conozca el proceso de producción y la implementación del riego en estos sistemas.

Actividades complementarias

El estudiante deberá de realizar un cuestionario con base a preguntas sobre la charla técnica, posteriormente elaborar un informe que involucre la caracterización y diagnóstico de la visita al vivero

V. Bibliografía

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Albicette, M., Brasesco, R., & Chiappe, M. (2009). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay. Agrociencia (Uruguay), 13(1), 48-68.

Carretero Ortega, J. A. (2005). Manual para la elaboración del informe de investigación. https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/648039/mod_resource/content/1/GU%C3%8DA%20PARA%20LA%20ELABORACI%C3%93N%20DEL%20INFORME%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf

Dalle, P., Boniolo, P., Sautu, R., & Elbert, R. (2005). Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsdl/collect/clacso/index/assoc/D1532.dir/sautu2.pdf

Herrero, J. M. (2019). Biodigestores Tubulares: Guía de Diseño y Manual de Instalación. https://www.researchgate.net/publication/337064154_Biodigestores_Tubulares_guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2019_J_Marti_Herrero

Manual para la gestión ambiental de tambos. (2016). Ministerio de Ambiente. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/manual-para-gestion-ambiental-tambos

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca [MGAP]. (s. f.). Riego en Uruguay: Estrategias para su desarrollo. Recuperado 18 de abril de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/riego_en_uruguay_estrategias_para_su_desarrollo_1.pdf

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca [MGAP]. (2015). ESTRATEGIA DE FOMENTO DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA REGADA EN URUGUAY. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/estrategia-fomento-agricultura-regada-uruguay-2015

Pereira, L. S., de Juan Valero, J. A., Picornell Buendía, M. R., & Tarjuelo Martín-Benito, J. M. (2010). EL RIEGO Y SUS TECNOLOGÍAS. http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

SEMESTRE 3

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Mecánica de Fluidos e Hidráulica		
Ubicación en el Plan de Estudios	Tercer semestre		
Previas	Física II		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	41	89
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Descripción de los saberes a desarrollar: En esta unidad serán desarrollados los conceptos teóricos fundamentales de la Mecánica de los Fluidos e Hidráulica Aplicada. Se espera que al finalizar la unidad el estudiante sea capaz de:

Al final del semestre se espera que el estudiante cuente con herramientas diversas necesarias para enfrentarse a la resolución de problemas reales asociados a la unidad temática, así como con conocimientos teóricos suficientes que le permitan continuar su educación en las materias subsecuentes de la carrera.

Modelo Metodológico: El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante dos ejes principales: eje teórico y eje de aplicación práctica. Cada uno de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

estos ejes será abordado con metodologías específicas que permitan el desarrollo profesional y personal del estudiante de una forma integradora.

i. Eje teórico: Este eje será abordado en las instancias sincrónicas virtuales, utilizando diferentes recursos que permitan que el estudiante acompañe y asimile los conceptos teórico/prácticos asociados a la Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Las clases serán dictadas utilizando la pizarra digital, diapositivas y recursos informáticos adecuados, dando énfasis tanto a la teoría como a la aplicación de la misma en la resoluciones de diversos problemas didácticos y reales. Serán propuestos diversos problemas al final de cada clase para fijar los conceptos adquiridos. Se colocará a disposición del estudiante los diferentes materiales utilizados como base teórica, así como listas de ejercicios conteniendo problemas básicos a avanzados, a través de las plataformas virtuales pertinentes o vía mail. Siempre que sea posible, se realizarán experiencias de laboratorio, que permitan visualizar los diferentes fenómenos.

ii. Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en aplicación de los conceptos teóricos a problemas prácticos relacionados a la unidad. Implementar los conocimientos adquiridos en ejercicios prácticos y prácticas de laboratorio que permita un mayor entendimiento de la teoría. En este eje también se hará hincapié en las instancias presenciales en realizar prácticas de laboratorio para que el estudiante visualice de mejor forma los conceptos teóricos

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Mecánica de Fluidos e Hidráulica es la unidad curricular bisagra entre la formación en ciencias básicas y la formación profesional específica. Aporta directamente al Área de Dominio 1 del tramo Tecnólogo/a —instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje— al habilitar el cálculo de presiones, caudales y pérdidas de energía en conducciones. Es asimismo la base del diseño hidráulico de distritos de riego, obras hidráulicas, sistemas de bombeo y unidades de proceso de plantas de potabilización y tratamiento de efluentes, propios del tramo Ingeniería.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Se espera que al finalizar la unidad el estudiante sea capaz de:

- Conocer las principales características de los fluidos
- Comprender desarrollo de presiones en fluidos y sus implicancias en los esfuerzos sobre estructuras
- Realizar balances de masa y energía en sistemas de fluidos. Comprender y aplicar la ecuación de Bernoulli a resolución de problemas.
- Comprender pérdidas de energía y resolver sistemas de flujo en tuberías
- Comprender el movimiento del flujo a superficie libre en flujo uniforme
- Diseñar y comprender las características principales de sistemas de bombeo

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de análisis hidráulico: identificar el régimen de flujo y seleccionar las ecuaciones apropiadas para resolverlo.
- Capacidad de cálculo de esfuerzos hidrostáticos sobre compuertas, muros y estructuras de contención.
- Capacidad de aplicar balances de masa, energía y cantidad de movimiento a sistemas de conducción.
- Capacidad de resolver sistemas de tuberías determinando pérdidas de carga distribuidas y localizadas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Capacidad de dimensionar preliminarmente conducciones a superficie libre y sistemas de bombeo.
- Capacidad experimental y de trabajo en equipo en prácticas de laboratorio de hidráulica, con elaboración del informe correspondiente.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Física II, de la que retoma y profundiza la estática de fluidos. Es previa directa de Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje y sustento de Hidráulica de Conducción e Hidrometría, Ingeniería de Riego por Gravedad, Ingeniería de Riego a Presión, Obras Hidráulicas I y II, Equipos de Bombeo y Operación y Procesos Unitarios.

Integración con otras Unidades Curriculares: Se espera que esta unidad se relacione con las demás mediante el proyecto integrador.

2.6. Contenidos mínimos:

Propiedades físicas de los fluidos. Hidrostática: distribución de presiones, presiones absolutas y manométricas, esfuerzos sobre superficies sumergidas. Cinemática de los fluidos: líneas de flujo, volumen de control, balances de masa, energía y cantidad de movimiento; ecuación de Bernoulli; regímenes laminar y turbulento y número de Reynolds. Flujo en tuberías: pérdidas de carga distribuidas y localizadas, coeficientes de fricción y ábaco de Moody. Flujo a superficie libre: número de Froude, energía específica, flujo uniforme y ecuación de Manning-Chézy; introducción al flujo gradual y rápidamente variado. Introducción a los sistemas de bombeo.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

Dos parciales con un peso de 30% el primero (módulos 1 al 3) y 30% el segundo (módulos 4 a 6).

Evaluación continua un 40%. Incluye realización de ejercicios prácticos, realización de cuestionarios en la plataforma, participación en las aulas e informes de laboratorio.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la Mecánica de los Fluidos e Hidráulica y Propiedades de los fluidos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Presentar los conceptos iniciales asociados a la Mecánica de Fluidos e Hidráulica y su aplicación en los sistemas de riego, drenaje y efluentes.
- Conocer y comprender las principales propiedades físicas de los fluidos.

4.1.2 Listado de contenidos:

Conceptos Básicos Fluidos: Propiedades físicas y Características

4.1.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase presencial con una lluvia de ideas inicial y desarrollo de los conceptos teóricos. Clase teórica. Resolución de problemas en clase.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.2 Unidad 2: Hidrostática

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Entender la variación de presiones en un fluido y esfuerzos sobre superficies en contacto con los fluidos.

4.2.2 Listado de contenidos:

Equilibrio y Reposo.

Presiones Absolutas y manométricas.

Ecuación Puntual de equilibrio.

Distribución de presiones para un fluido en un campo gravitacional uniforme.

Esfuerzos de fluidos en reposo sobre cuerpos.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Actividades de laboratorio. Entrega de informe de laboratorio. Cuestionario a través de la plataforma

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.3 Unidad 3: Cinemática de los Fluidos

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender los movimientos e incorporar herramientas para describir la cinemática de fluidos.
- Realizar balances de masa, energía y cantidad de movimiento que permita resolver situaciones físicas

4.3.2 Listado de contenidos:

Líneas de flujo y trayectorias.

Campo de Velocidades.

Descripción de cuerpo continuo, volumen de control.

Fuerzas de masa y de contacto. Estado tensional con ausencia de tensiones rasantes.

Presión.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Balance de Energía, Masa y Cantidad de movimiento.

Ecuación de Bernoulli y aplicaciones.

Movimientos laminares y turbulentos. Número de Reynolds

4.3.3 Principales actividades:

Clases teóricas. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios. Prácticas de laboratorio.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.4 Unidad 4: Flujo de tuberías

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Determinar las pérdidas de energía distribuidas y localizadas para un fluido al ser conducido a presión en un sistema de tuberías

4.4.2 Listado de contenidos:

Pérdidas de cargas distribuidas.

Coeficientes de fricción.

Ábaco de Moody.

Pérdidas de cargas localizadas.

Aplicaciones

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios.

4.5 Unidad 5: Flujo en conducciones a superficie libre

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Identificar los diferentes regímenes de flujo en canales abiertos y sus características.
- Aplicar los conceptos a sistemas de riego, drenaje y gestión de efluentes.

4.5.2 Listado de contenidos:

Diferencia Flujo a presión-superficie libre.

Propiedades de la sección de flujo a superficie libre-Numero de Froude.

Presiones, velocidad, Energía Específica y Cantidad de Movimiento.

Flujo Uniforme.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ecuación de Mannning-Chezy.

Introducción a Flujo Gradualmente Variado.

Introducción a Flujo Rápidamente Variado.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica. Resolución de problemas en clase. Lista de ejercicios y preguntas para entrega por plataforma virtual.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

4.6 Unidad 6: Introducción a sistemas de bombeo

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender el fundamento teórico que involucra el diseño de sistemas de bombeo.
- Aplicar conceptos a diseño de sistemas de bombeo particulares.

4.6.2 Listado de contenidos:

Introducción y generalidades de bombas.

Selección de bomba y variación de Q

4.6.3 Principales actividades:

Clases teóricas. Resolución de problemas en clase.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Lista de ejercicios. Guías de laboratorio.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones. Çengel, Y. A., Cimbala, J. M., & Skarina, S. F. (2006). McGraw-Hill.

Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Claudio Mataix (1986). Segunda Edición. Ediciones del Castillo S. A.

Ven Te Chow, 1994. Hidráulica de canales abiertos-. McGraw Hill

Adicionales:

Fox, R. W., McDonald, A. T., Cázares, G. N., & Callejas, R. L. (1995). Introducción a la Mecánica de Fluidos. McGraw-Hill.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Estadística I		
Ubicación en el Plan de Estudios	Tercer Semestre		
Previas	Matemática II		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	90
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Estadística I se centra en conceptos estadísticos básicos para la carrera, abordando estadística descriptiva básica de una variable, estadística descriptiva básica para dos variables, variable aleatoria y distribuciones de probabilidad, contenidos importantes para el manejo básico de datos en el área de estudio. Se explorará el trabajo con bases de datos reales, que introduzcan al futuro profesional en análisis descriptivo de los mismos, logrando realizar un informe de calidad de cuenta de las características principales de conjunto de datos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad prepara a los estudiantes para abordar desafíos específicos en el uso, descripción y análisis de datos relacionados con el uso racional y sostenible de los recursos hídricos y el tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. La metodología, enfocada en la aplicación directa a través de ejemplos y estudios de bases de datos reales, asegura una formación práctica y aplicada, esencial para la elevada especialización y tecnificación requerida en estos sectores.

De esta manera la unidad curricular contribuye a formar al profesional en las áreas, área de dominio 1: Diseñar, evaluar, optimizar y modernizar los distritos y módulos de riego; área de dominio 2: Implementar y gestionar integralmente sistemas de potabilización de agua, tratamiento y valorización de efluentes y residuos; área de dominio 3: Diseñar, evaluar y mantener sistemas de drenaje agrícola.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender y trabajar con bases de datos.
- Organizar y presentar mediante gráficos datos.
- Calcular e interpretar parámetros.
- Analizar dependencia lineal entre variables.
- Identificar variables aleatorias en experimentos aleatorios.
- Determinar funciones de distribución para el cálculo de probabilidades.
- Utilizar herramientas estadísticas para abordar problemas específicos del sector.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Pensamiento crítico, autorregulación del aprendizaje, autonomía, comunicación, lenguaje matemático, trabajo en equipo, colaboración, habilidades interpersonales, autoeficacia.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona con Matemática I, Estadística II.

2.6. Contenidos mínimos:

Estadística Descriptiva en una y dos variables. Regresión lineal. Variable aleatoria. Distribuciones de probabilidad.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

SCP 1 (30% primer parcial - 30% segundo parcial - 40% evaluación continua)

Evaluación Continua: se tendrá en cuenta la participación en las clases sincrónicas, la proactividad, la entrega de tareas en tiempo y forma, el trabajo en plataforma, la participación en los foros, la asistencia, actividades grupales e individuales, entre otras tareas.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Estadística

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Utilizar la información que brindan los distintos parámetros de una variable para resumirla y describirla.
- Describir distribuciones bidimensionales.
- Realizar estudios de correlación lineal.

4.1.2 Listado de contenidos:

Organización de datos. Población, individuo, muestra. Clasificación de variables. Representación gráfica de variables. Frecuencias. Medidas de tendencia central y dispersión. Distribuciones bidimensionales, tablas de correlación, diagramas de dispersión. Parámetros para una distribución bidimensional. Regresión lineal.

4.1.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma. Trabajo con base de datos.

4.1.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. *Software* aplicado.

4.2 Unidad 2: Variable aleatoria

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Utilizar las variables aleatorias y conceptos asociados, para el cálculo de probabilidades de sucesos en experimentos aleatorios.

4.2.2 Listado de contenidos:

Conceptos básicos de probabilidad. Definición de variable aleatoria. Clasificación de variables aleatorias. Función de cuantía, función de densidad, función de distribución. Distribuciones de probabilidad de variables aleatorias discretas y continuas.

4.2.3 Principales actividades:

Repartidos teórico/prácticos. Resolución de problemas. Aplicación con software. Trabajo en foros. Actividades prácticas en plataforma.

4.2.4 Recursos disponibles:

Repartidos teórico/prácticos. Presentaciones. Videos. Software aplicado.

V. Bibliografía

Canavos, G. Probabilidad y Estadística: aplicaciones y métodos. Ed. Mc. Graw Hill.

Walpole. Probabilidad y estadística. Ed. Mc. Graw Hill.

Mendelhall. Estadística Matemática Aplicada. Ed. Iberamericana.

Castillo, I; Guirjarro, M. Estadística Descriptiva y Cálculo de Probabilidades. Ed Pearson.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Cartografía y Topografía Digital		
Ubicación en el Plan de Estudios	Semestre 3		
Previas	Geografía Física		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Cartografía y Topografía Digital brinda al estudiante las bases teóricas y las herramientas tecnológicas avanzadas para la representación espacial, la medición de precisión sobre la superficie terrestre y la captura de datos geográficos. En el marco de la gestión hídrica y ambiental, esta asignatura es fundamental para caracterizar el relieve, delimitar cuencas hidrográficas, y diseñar infraestructura hidráulica y productiva (canales de riego, redes de drenaje, embalses y sistemas de saneamiento).

A través de una modalidad semipresencial, se combinan fundamentos conceptuales en entorno

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

virtual con prácticas intensivas de campo utilizando equipamiento topográfico digital de última generación (GNSS/GPS de precisión RTK, estaciones totales, niveles digitales y drones/VANTs para fotogrametría aérea), complementadas con el procesamiento de datos mediante software CAD y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta asignatura contribuye directamente al desarrollo de las competencias específicas del Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible al capacitarlo para: Relevar, procesar e interpretar información espacial y geomática del territorio con rigurosidad técnica.
Generar Modelos Digitales del Terreno (MDT) precisos para la simulación hidrológica, el cálculo de movimiento de suelos y la modelación de escurrimientos en cuencas hidrográficas. Proyectar geométricamente obras de ingeniería de agua (sistemas de riego, obras de control de crecidas, plantas de tratamiento) basándose en cartografía digital de alta precisión.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender e interpretar los sistemas de referencia geodésicos, proyecciones cartográficas (sistema UTM, SIRGAS2000) y la normativa cartográfica oficial de Uruguay.
- Planificar y ejecutar levantamientos topográficos y fotogramétricos digitales empleando instrumentación moderna (GNSS RTK, Estación Total, Drones) orientados a proyectos hídricos.
- Procesar datos espaciales y generar cartografía temática, modelos digitales de elevación (MDT/MDE), curvas de nivel, perfiles longitudinales y secciones transversales.
- Integrar productos topográficos en plataformas SIG y CAD para el cálculo de pendientes, delimitación de cuencas y estimación de volúmenes de tierra/agua.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Capacidad de medición y relevamiento espacial: Destreza en el manejo de tecnología geomática de precisión en terreno.

Capacidad de modelación y procesamiento digital: Dominio de software informático para la transformación de datos crudos de campo en productos cartográficos útiles.

Capacidad de análisis territorial: Interpretación analítica del relieve y la red de drenaje para la toma de decisiones ingenieriles.

Capacidad de trabajo en equipo y resolución de problemas: Planificación colaborativa de campañas de campo y resolución de proyectos aplicados al territorio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Previas/Correlativas directas: Geografía Física (asienta los conocimientos básicos sobre geomorfología, dinámica de cuencas y representación de la Tierra).
Vinculación prospectiva: Es insumo instrumental directo para Sistemas de Información Geográfica (SIG), Hidrología e Hidráulica, Diseño de Sistemas de Riego y Drenaje, y Obras e Infraestructura Hídrica.

2.6. Contenidos mínimos:

Geodesia teórica y aplicada. Sistemas de coordenadas y proyecciones cartográficas (UTM, SIRGAS2000). Levantamientos topográficos digitales (Nivelación, Estación Total, GNSS/GPS RTK). Fotogrametría aérea con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT/Drones). Modelación Digital del

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Terreno (MDT/MDE). Cartografía digital aplicable al trazado de obras hidráulicas, cálculo de volúmenes y movimiento de suelos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

La evaluación adopta un enfoque formativo y de desempeño práctico, combinando instancias individuales y grupales:

Prácticas de Campo y Laboratorios de Procesamiento (Presenciales - 35%): Evaluación del desempeño en el manejo de equipamiento (GNSS RTK, Drones, Estación Total) durante las jornadas presenciales en el ITR, así como la correcta entrega de los informes de procesamiento informático.

Proyecto Integrador / Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (35%): Elaboración en equipo de un levantamiento topográfico/fotogramétrico completo de una zona de estudio real, incluyendo la entrega del plano topográfico, el MDT, perfiles hidráulicos y memoria técnica.

Pruebas Parciales Teórico-Prácticas (20%): Evaluaciones escritas/plataforma virtual para validar la comprensión de conceptos geodésicos, cálculos topográficos y principios de fotogrametría.

Trabajo Autónomo y Participación Virtual (10%): Resolución de guías de ejercicios, cuestionarios asincrónicos en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) y participación en talleres virtuales.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Fundamentos de Cartografía, Geodesia y Sistemas de Referencia

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender la forma de la Tierra y los sistemas de referencia geodésicos, e interpretar correctamente coordenadas, proyecciones y escalas en cartografía topográfica e hidrográfica.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la Geomática, Cartografía y Topografía.
- Forma de la Tierra: Geoide, Elipsoide y Topografía.
- Sistemas de Coordenadas: Geográficas y Proyectadas. La Proyección UTM.
- Sistemas de Referencia Geodésicos nacionales e internacionales: SIRGAS2000 y Marcos de Referencia en Uruguay.
- Lectura, interpretación y escalamiento de planos y mapas topográficos e hidrográficos.

4.1.3 Principales actividades:

Clases teóricas virtuales; ejercicios de conversión de coordenadas y de escalamiento; lectura e interpretación de cartas topográficas del Servicio Geográfico Militar.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, cartografía oficial del Uruguay, software SIG libre (QGIS) y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Instrumental Topográfico Digital y Posicionamiento GNSS

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Planificar y ejecutar levantamientos topográficos con instrumental digital (nivel, estación total y GNSS RTK), controlando tolerancias y errores de observación.

4.2.2 Listado de contenidos:

Principios de nivelación geométrica y trigonométrica para trazado de obras hídricas.

- Estación Total digital: mediciones angulares, distancias y almacenamiento de datos.
- Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS/GPS): Mediciones relativas, métricas y submétricas.
- Tecnología GNSS RTK (Cinemático en Tiempo Real) y Ntrip: Levantamiento y replanteo de puntos de control.
- Tolerancias, errores topográficos y ajuste de observaciones.

4.2.3 Principales actividades:

Prácticas presenciales de campo con nivel digital, estación total y receptores GNSS RTK; replanteo de puntos de control; descarga, depuración y ajuste de observaciones en gabinete.

4.2.4 Recursos disponibles:

Estación total, niveles digitales, receptores GNSS de precisión con corrección RTK/Ntrip, trípodes y prismas; software de procesamiento; material bibliográfico y presentaciones de clase.

4.3 Unidad 3: Fotogrametría con VANTs, Modelación Digital del Terreno y Aplicaciones Hídricas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Planificar vuelos fotogramétricos con VANT, procesar los productos derivados (nube de puntos, ortomosaico y MDT/MDS) e integrarlos en entornos CAD/SIG para el diseño de obras hídricas y la delimitación de microcuencas.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Fundamentos de fotogrametría digital y sensores remotos cercanos.
- Planificación de vuelos fotogramétricos con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT/Drones) para proyectos ambientales.
- Colocación y medición de Puntos de Control Terrestre (GCPs).
- Procesamiento fotogramétrico: Generación de Nubes de Puntos, Ortomosaicos y Modelos Digitales de Elevación (MDT/MDS).
- Generación de curvas de nivel, trazado de perfiles longitudinales/transversales y cálculo de movimiento de suelos en software CAD/SIG.
- Integración cartográfica para el diseño de canales, embalses y delimitación de microcuencas.

4.3.3 Principales actividades:

Práctica de planificación y ejecución de un vuelo fotogramétrico; colocación y medición de GCPs; procesamiento fotogramétrico; generación de curvas de nivel, perfiles y cálculo de movimiento de suelos sobre un caso de estudio.

4.3.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Vehículos aéreos no tripulados (drones), receptores GNSS, software de procesamiento fotogramétrico, software CAD y SIG, computadoras del laboratorio de informática y material bibliográfico.

V. Bibliografía

Bibliografía básica

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). Topografía (14.ª ed.). México: Alfaomega / Pearson.

López-Cuervo, S. (2018). Topografía y Fotogrametría Digital. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Santamaríá Peña, J., & Sanjosé Blasco, J. J. (2015). Manual de topografía práctica. Logroño: Universidad de La Rioja.

Bibliografía complementaria

Chueca Pazos, M. (2012). Topografía general y fotogrametría. Madrid: Editorial Paraninfo.

García-Asenjo, L., & Basega, J. (2020). Posicionamiento GNSS y sistemas de referencia en geomática. Valencia: Editorial UPV.

Servicio Geográfico Militar (SGM Uruguay). (2018). Normativa y Especificaciones

Técnicas Cartográficas Nacionales. Montevideo: SGM.

Manuales de Usuario y Documentación Técnica de QGIS y Autodesk Civil 3D (Materiales digitales del entorno EVA).

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Sistemas Productivos y Medio Ambiente

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Tercer semestre		
Previas	Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa de la unidad se organiza de modo de ofrecer a los estudiantes una visión general sobre la realidad agropecuaria y agroindustrial nacional, profundizando en las relaciones existentes entre los sistemas productivos agropecuarios, la industria y el comercio (cadenas y complejos productivos), así como su vínculo con el contexto local, nacional e internacional. Reflexiona sobre los aspectos críticos de los modelos de producción, los aspectos ambientales relacionados a la producción y una propuesta de un desarrollo sustentable.

Se promueve la generación de espacios de reflexión, análisis, debate, actitud proactiva y crítica de los estudiantes, a través de una propuesta que estimula el trabajo en equipos, la búsqueda de información, el relevamiento de datos, la investigación, así como el estudio y problematización de casos vinculados a la temática de la unidad.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito acercar al estudiante a su realidad laboral, brindando una visión global de los sistemas agrarios, agroindustriales, las regiones agropecuarias y los aspectos ambientales, ofreciendo asimismo una metodología como el enfoque de sistema como herramienta para el análisis, estudio y abordaje de problemas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Contribuir a que los estudiantes adquieran una visión global de la realidad agropecuaria y agroindustrial del Uruguay.
- Analizar los principales complejos-cadenas agroindustriales del país, profundizando en la relación entre las fases agropecuarias, industriales y el mercado, así como su relación con el contexto nacional e internacional.
- Reflexionar sobre los puntos críticos de los modelos de producción, identificando en los procesos de producción los principales aspectos ambientales asociados.
- Adquirir una metodología de análisis para el abordaje de los sectores productivos a nivel integral.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Capacidad reflexiva y actitud crítica en temas vinculados a la unidad curricular.

Habilidad para el relevamiento de información, sistematizar y sintetizar información de diversas fuentes.

Capacidad para la elaboración de hipótesis y comunicación oral y escrita

Responsabilidad respecto al rol profesional en relación a aspectos productivos y ambientales.

Capacidad para analizar sistemas productivos agrarios e industriales.

Se aborda la unidad en modalidad de talleres y promoviendo el trabajo en grupos para fomentar entre los estudiantes la discusión, el debate, la capacidad argumentativa, compromiso y responsabilidad.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares de la carrera facilitara al estudiante a integrar desde una mirada holística los conocimientos.

2.6. Contenidos mínimos:

Enfoque de sistema.

Concepto de complejos agroindustriales y abordaje de los principales complejos del país.

Conocimiento los principales sistemas agropecuarios y las principales agroindustrias del país.

Análisis de los sistemas productivos y los aspectos relevantes vinculados al desarrollo de la actividad.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

SCP 4: Participación en trabajo =70% Trabajo entregado =30%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Habilidades de investigación.

Trabajo en la plataforma

IV. Contenidos y secuencia del Programa

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1 Unidad 1: Introducción

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Dimensionar la importancia de la producción agropecuaria y agroindustrial en el país y reconocer la evolución histórica de las regiones agropecuarias del Uruguay.

4.1.2 Listado de contenidos:

Importancia de la producción agroindustrial en el país. Conocimiento y evolución histórica de las regiones agropecuarias.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y trabajo en grupo con instancia plenaria de discusión.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y estadístico (DIEA-MGAP, INE, Censo General Agropecuario), presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Concepto de complejos agroindustriales

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Incorporar el marco conceptual del enfoque de sistema y de los complejos agroindustriales como herramienta de análisis de la realidad productiva.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Concepto de complejos agroindustriales, apropiacionismo, substitucionismo, industrialización de la agricultura y cadena de valor.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y taller de discusión sobre casos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Abordaje de estudio

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Adquirir y aplicar una metodología de análisis integral de los sectores productivos desde el enfoque de sistema y de cadenas productivas.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Estudio de los principales sectores agropecuarios y agroindustriales abordado desde el enfoque de sistema y como complejos y/o cadenas productivas. En cada complejo o cadena se profundiza en las particularidades de cada sector analizando:
- evolución histórica, localización en el territorio, características productivas, proceso de innovación tecnológica,
- caracterización de los tipos de productores, estructura agraria y sistemas productivos,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- principales agroindustrias asociadas al sector, porte y ubicación en el país,
- relación entre el sector agropecuario, industria y el mercado (nacional e internacional).
- introducción en los principales procesos productivos de cada sector identificando los principales aspectos ambientales, identificando en dicho proceso los puntos de generación de efluentes y de residuos, entre otros.

4.3.3 Principales actividades:

Trabajo en grupo con búsquedas bibliográficas, relevamiento y sistematización de datos; instancia plenaria de discusión.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y estadístico sectorial, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Sectores agroindustriales

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Analizar los principales complejos agroindustriales del país identificando, en cada uno, los procesos productivos relevantes y los aspectos ambientales asociados, en particular la generación de efluentes y residuos.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Los sectores de estudios en la unidad curricular son seleccionados en función de la relevancia en la matriz productiva del país, así como en sus implicancias ambientales, en cuanto a la generación de efluentes y residuos.
- Sector lechero
- Sector cárnico: fase agraria se aborda ganadera bovina y ovina, en la fase industrial frigorífica,
- Sector lanero
- Sector avícola: cría y engorde e industrias frigoríficas y mataderos
- Sector porcino: cría y engorde e industrias frigoríficas y mataderos
- Sector forestal
- Sector agrícola: cadena oleaginosa, cadena triguera, cadena de la cebada
- Sector arrocero
- Sector citricultura
- Sector hortícola frutícola: producción y procesamiento de frutas y verduras industria

4.4.3 Principales actividades:

- Principales actividades: clase teórica, lecturas dirigidas, trabajo en grupo, instancia plenaria de discusión, búsquedas bibliográficas, relevamientos y sistematización de datos, seminarios con expertos. Estas actividades se complementan con salidas de campo pensadas específicamente para el abordaje de los temas dado en clase y en coordinación con otras unidades de la carrera.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y estadístico sectorial, presentaciones de clase, seminarios con expertos y salidas de campo coordinadas con otras unidades curriculares de la carrera.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Tiempo: cada clase aborda presencialmente (2 horas) e instancias no presenciales a través foros, lectura y preparación de trabajos. También se coordinan salidas de campo con Unidad curriculares de la carrera.

V. Bibliografía

Anuarios Estadísticos Agropecuarios del MGAP – DIEA (2017).

Uruguay. Naturaleza-Sociedad-Economía. Una visión desde la geografía.

Achkar, M., Días, I., Domínguez, A. y Pesce, F. Economía Agraria Selección de Lecturas – M, Vasallo

Dinámica y competencias intrasectorial en el ago – Uruguay 200 -2010. M, Vasallo

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Química Ambiental
Ubicación en el Plan de Estudios	Semestre III
Previas	Fisicoquímica
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Unidad Curricular (UC) de Química Ambiental está conformada por 3 unidades temáticas, que abordan los conceptos principales a la química del ambiente, los procesos químicos ambientales y la contaminación ambiental. Pretende fortalecer los conocimientos en el área de estudio de modo de comprender los procesos biológicos, químicos y físicos que determinan el impacto de las actividades humanas en el ambiente. Estos incluyen la ecología de los ambientes acuáticos, los procesos de potabilización y suministro de agua, riego y manejo de cuencas, preservación y uso del suelo, así como el tratamiento de efluentes y residuos, y la remediación de sitios contaminados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos, así como el tratamiento y valorización de los efluentes y residuos sólidos generados en las actividades económicas. En este contexto, esta UC busca fortalecer conocimientos químicos teóricos y prácticos, y dar herramientas que permitan al estudiante asimilar de la mejor manera los conceptos detrás de las tecnologías asociadas a todas las áreas de estudio de la carrera y el impacto de las actividades humanos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El curso tiene como objetivo que el estudiante tenga la capacidad de entender los procesos fisicoquímicos y biológicos ambientales relacionados a la contaminación del ambiente y a las tecnologías de remediación, mediante el entendimiento de la química agropecuaria y agroambiental.

También, pretende aportar al desarrollo de las competencias trasversales del estudiante, como la toma de decisiones, comunicación, trabajo en equipo y pensamiento crítico.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Conocer las principales reacciones químicas que se desarrollan en el ambiente, principalmente la de oxidorreducción, identificando las limitantes e implicancias que estos procesos tienen en el ambiente.

Entender los principales aspectos relacionados a la contaminación de la hidrósfera, litosfera, atmosfera y biosfera; analizando críticamente la situación actual y las perspectivas a futuro.

Identificar y clasificar los distintos contaminantes ambientales, considerando su comportamiento ante los procesos de remediación, su transporte entre los reservorios ambientales y el impacto que estos tienen en el ambiente y la salud pública.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Adquirir capacidades teóricas que le permitan realizar análisis de laboratorio de parámetros ambientales, incluyendo su identificación y cuantificación, de modo de contar con herramientas para el análisis y discusión de datos experimentales, existentes o determinas por el propio estudiante.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás UC de la carrera es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos aquí trabajados. Se requiere contar con la aprobación de la UC de Fisicoquímica, dictada en el semestre anterior, para cursar Química Ambiental. Sin embargo, los estudiantes deberán contar además con conocimientos en las áreas de matemática, física, química y biológica, así como de sistemas de producción.
Por otro lado, la aprobación de esta UC es exigida para cursar "Laboratorio de Análisis Ambiental" a dictarse en el Semestre IV, ya que los conceptos aquí terminarán de afianzarse con la realización de los ensayos de laboratorio por los propios estudiantes. Del mismo modo, aprobar esta UC es requerida para tomar el curso de "Microbiología Ambiental" ya que resulta ser la base a los procesos biológicos que se desarrollan en el ambiente

2.6. Contenidos mínimos:

Los principales temas que abarca la Unidad Curricular son los siguientes:

Unidad 1: Introducción a la química ambiental

TEMA 1. Introducción

TEMA 2. Reacciones de oxidorreducción

TEMA 3. Química orgánica

TEMA 4. Parámetros ambientales y de control de procesos

TEMA 5. Fraccionamiento de la materia

TEMA 6. Metodologías de análisis cualitativo y cuantitativo

Unidad 2: Procesos químicos en el ambiente

TEMA 7. Ciclos biogeoquímicos

TEMA 8. Química del agua, aire, suelo

TEMA 9. Interacción entre fases líquida, sólida y gaseosa

Unidad 3 - Contaminación ambiental

TEMA 10. Contaminación de agua, aire y suelo

TEMA 11. Contaminantes ambientales

TEMA 12. Evaluación de la contaminación ambiental

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Comprende fenómenos de naturaleza química que se dan lugar en el ambiente y los procesos de contaminación.

Cuenta con la capacidad de analizar, sintetizar, argumentar y transmitir los conocimientos adquiridos, donde la comunicación se da forma apropiada, utilizando lenguaje oral y escrito, tanto técnico como general.

Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos.

Propone soluciones viables y originales para dar solución a problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en el curso o indaga en información bibliográfica de forma adecuada.

Interpreta correctamente datos experimentales y los respalda con una adecuada fundamentación teórica.

Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 024/DE/2020, adoptando el sistema de calificación SCP2.

Evaluaciones escritas = 60%

Primer parcial = 30%

Segundo parcial = 30%

Evaluación continua = 40%

Desempeño en clase = 10%

Entrega de trabajos en plataformas virtuales = 30%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la química ambiental

4.1.1 Objetivos de la unidad:

En primer lugar, presentar los integrantes de la UC (estudiantes y docentes) e introducir a los estudiantes al programa, cronograma, planificación de actividades,

bibliografía, inicio de proyectos y la evaluación del curso. Conocer los principales conceptos relacionados a la química del ambiente, contaminación y toxicidad ambiental. Luego se describen las reacciones de oxidorreducción que determinan los procesos biológicos de obtención de energía (aceptores y dadores de electrones) y la movilidad de los contaminantes en el ambiente. Además, se retoman conceptos de química orgánica relacionados a los principales compuestos que están presentes en la biomasa vegetal y animal, así como en los compuestos xenobióticos de difícil degradación. Se abordarán los fundamentos, ejecución y conceptualización de parámetros fisicoquímicos y biológicos ambientales determinados in situ y ex situ, utilizados para el control de procesos de tratamiento y monitoreo ambiental. Posteriormente, se abordarán los conceptos principales en la medición de materia orgánica e inorgánica que permitan estimar su degradación y en el ambiente, como lo son los sólidos, demandas de oxígeno, compuesto de nitrógeno y fósforo, incluyendo su identificación,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

clasificación y fraccionamiento. Por último, se describirán las principales metodologías utilizadas para la identificación y cuantificación de matrices ambientales.

4.1.2 Listado de contenidos:

- TEMA 1. Introducción
- Presentación del curso. Concepto iniciales sobre química ambiental y de la química verde.
- TEMA 2. Reacciones de oxidorreducción
- Reacciones de oxidación y reducción. Potenciales de oxidorreducción. Implicancias en química ambiental.
- TEMA 3. Química orgánica
- Principales grupos compuestos orgánicos en la naturaleza. Monómeros y polímeros. Hidrólisis de carbohidratos, proteínas y triacilglicéridos. Compuestos orgánicos de difícil degradación.
- TEMA 4. Parámetros ambientales y de control de procesos
- Parámetros fisicoquímicos de medición in situ (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y potencial redox), materia orgánica (sólidos, demandas de oxígeno), especies de nitrógeno, especies de fósforo, metales pesados y compuestos orgánicos. Parámetros biológicos ambientales (respirometrías, ensayos de estabilidad biológica). Indicadores biológicos de evaluación ambiental (patógenos e artrópodos).
- TEMA 5. Fraccionamiento de la materia
- Materia orgánica e inorgánica, clasificación por biodegradabilidad y tamaño. Composición de Sólidos. Fraccionamiento de DQO. Fraccionamiento de Nitrógeno. Fraccionamiento de Fósforo. Relación entre componentes.
- TEMA 6. Metodologías de análisis cualitativo y cuantitativo
- Espectrometría. Espectrofotometría. Cromatografía.

4.1.3 Principales actividades:

Se realizan clases semipresenciales semanales donde se desarrollan conceptos teóricos-prácticos y en las cuales se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales.

4.1.4 Recursos disponibles:

- Libros, guías, manuales y artículos científicos.
- Videos, softwares y plataformas digitales.
- Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.1.5 Tiempo:

Teóricas: 12 horas (8 jornadas virtuales sincrónicas)

Prácticas: 4 horas (2 jornadas presenciales)

Autónomas: 22 horas (asincrónicas)

4.2 Unidad 2: Procesos químicos en el ambiente

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Conocer los principales conceptos relacionados con la movilidad de los contaminantes entre los distintos reservorios ambientales (hidrósfera, litosfera, atmósfera y biosfera). Se profundizará en los principales ciclos biogeoquímicos, en la composición de las principales matrices ambientales

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

naturales y en la interacción entre estas. En relación con esto último, se estudiarán los procesos físicos y químicos que determinan la estequiometria y cinética de los fenómenos que gobiernan la movilidad de los contaminantes en el ambiente.

4.2.2 Listado de contenidos:

- TEMA 7. Ciclos biogeoquímicos
- Reservorios ambientales. Ciclo del Carbono. Ciclo del Nitrógeno. Ciclo del Fósforo.
- TEMA 8. Química del agua, aire, suelo
- Matrices ambientales. Composición y clasificación de aguas. Composición del aire. Composición del suelo.
- TEMA 9. Interacción entre fases líquida, sólida y gaseosa
- Solubilidad de gases. Volatilización. Ley de Henry. Precipitación. Adsorción y desorción. Coloides y nieblas. Movilidad de las sustancias entre los reservorios del ambiente. Sistema carbonato.

4.2.3 Principales actividades:

Se realizan clases semipresenciales semanales donde se desarrollan conceptos teóricos-prácticos y en las cuales se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales.

4.2.4 Recursos disponibles:

- Libros, guías, manuales y artículos científicos.
- Videos, softwares y plataformas digitales.
- Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.2.5 Tiempo:

Teóricas: 6 horas (4 jornadas virtuales sincrónicas)

Prácticas: 2 horas (1 jornada presencial)

Autónomas: 10 horas (asincrónicas)

4.3 Unidad 3: Contaminación ambiental

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Incorporar los conceptos relacionados con la contaminación del ambiente. Se estudiará la toxicidad ambiental y el impacto que los contaminantes tienen en el ambiente, la producción y en la salud humana. Se comenzará la unidad describiendo los principales procesos de contaminación de la hidrósfera, geósfera y atmósfera, identificando las causas que la generan, los impactos asociados a esta y la remediación y biorremediación de estos. Posteriormente se identificarán los principales contaminantes ambientales, su clasificación y remediación; para finalmente analizar los parámetros y metodologías utilizadas para el monitoreo del ambiente y el control de procesos de remediación.

4.3.2 Listado de contenidos:

- TEMA 10. Contaminación de agua, aire y suelo
- Toxicidad ambiental e implicancias sobre el ambiente, la producción y la salud humana. Contaminantes del agua superficial y subterránea (tipos, fuentes, toxicidad, transporte y difusión de contaminantes, eutrofización). Contaminantes de la atmósfera (ozono, niebla

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

fotoquímica, lluvia ácida, smog, calentamiento global). Contaminantes del suelo (orgánicos e inorgánicos, degradación física y química del suelo, salinidad). Remediación y biorremediación de contaminantes.

- TEMA 11. Contaminantes ambientales
- Clasificación de contaminantes. Exceso de nutrientes. Patógenos. Metales pesados.
- Compuestos orgánicos persistentes. Plaguicidas. Material particulado. Hidrocarburos, grasas y detergentes. Gases de efecto invernadero.
- TEMA 12. Evaluación de la contaminación ambiental
- Parámetros generales indicativos de contaminación (físicos, químicos y biológicos). Monitoreo del ambiente y de procesos de remediación. Metodologías analíticas en agua, aire y suelo.

4.3.3 Principales actividades:

Se realizan clases semipresenciales semanales donde se desarrollan conceptos teóricos-prácticos y en las cuales se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales.

4.3.4 Recursos disponibles:

- Libros, guías, manuales y artículos científicos.
- Videos, softwares y plataformas digitales.
- Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.3.5 Tiempo:

Teóricas: 6 horas (4 jornadas virtuales sincrónicas)

Prácticas: 2 horas (1 jornada presencial)

Autónomas: 10 horas (asincrónicas)

V. Bibliografía

No hay una referencia específica para toda la UC, aunque se recomiendan las siguientes publicaciones para complementar la información de las distintas unidades temáticas.

C. Baird. Química ambiental (2001). Editorial Reverté

E. Stanley. Introducción a la química ambiental (2007). Editorial Reverté

F. Rouessac y A. Rouessac. Análisis químico. métodos y técnicas instrumentales modernas (2003). McGraw-Hill

APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater (2023). 24th ed. APHA Press

Métodos experimentales para el tratamiento de aguas residuales (2019). IWA Publishing.

Tratamiento Biológico de Aguas Residuales: Principios, Modelación y Diseño (2017). IWA Publishing.

Biological wastewater treatment series - Wastewater characteristics, treatment, and disposal (2007). IWA Publish.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Fisiología Vegetal		
Ubicación en el Plan de Estudios	Tercer semestre		
Previas	Introducción a las ciencias biológicas		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El objetivo principal es que los estudiantes logren una serie de conocimientos y saberes que rigen el funcionamiento vegetal, así como la interacción con factores endógenos y ambientales. Con especial relevancia en el correcto manejo y aprovisionamiento de recursos hídricos del entorno, así como con otros factores ambientales de relevancia.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad funciona como soporte a la hora de fundamentar la toma de decisiones del egresado cuando se le demande vincular los conocimientos técnicos de riego y manejo de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

efluentes, con los efectos concretos de estos sobre los vegetales de importancia productiva y ecológica del entorno.

2.3. Objetivo de aprendizaje:

- Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funcionan los vegetales.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Desarrollar los conceptos fundamentales sobre el funcionamiento vegetal.
Familiarizar al estudiante con el manejo de diferentes metodologías de trabajo.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitará al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usará como insumo los conocimientos generados en otras unidades. En particular es muy importante la interacción con las unidades de Introducción a las Ciencias Biológicas, Hidrología y Manejo de Cultivos Bajo Riego.

2.6. Contenidos mínimos:

Concepto de fisiología vegetal y su relación con otras disciplinas. Regulación del desarrollo vegetal por factores externos: luz y temperatura; tiempo térmico; análisis del crecimiento y del desarrollo. Relaciones hídricas: potencial hídrico, sistema suelo-planta-atmósfera, transporte en el xilema, transpiración, dinámica estomática y eficiencia del uso del agua. Nutrición mineral: macro y micronutrientes, criterios de esencialidad, absorción, transporte y síntomas de deficiencia. Fotosíntesis, fotorrespiración, respiración, plantas C3, C4 y CAM; fijación simbiótica de nitrógeno; transporte floemático. Anatomía, crecimiento y desarrollo vegetal; fitohormonas; floración, fructificación y senescencia. Fisiología de la semilla y de la germinación. Fisiología del estrés: déficit y exceso hídrico, estrés térmico y lumínico.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Actividades Teórico Prácticas 70%

Evaluación Continua 30%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma (utilización de materiales, foros, evaluaciones)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la fisiología vegetal y regulación del desarrollo

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el objeto de estudio de la fisiología vegetal y la respuesta de la planta a los principales factores ambientales que regulan su desarrollo, en particular luz y temperatura.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la fisiología vegetal.
- Concepto de Fisiología Vegetal y su interrelación con otras disciplinas.
- Características de las células vegetales y de las plantas como unidades funcionales.
- Energía y regulación de procesos biológicos
- Regulación del desarrollo vegetal por factores externos: luz y temperatura.
- 2. 1 Recepción de las señales ambientales. Respuestas fotomorfogénicas y fotoperiódicas. Acumulación de tiempo térmico y desarrollo. Análisis del crecimiento y desarrollo.
- 2.2 Cuantificación del crecimiento y desarrollo a nivel de órganos y planta entera. Dinámica del crecimiento y desarrollo.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica, lecturas dirigidas y resolución de ejercicios de análisis de crecimiento y acumulación de tiempo térmico.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Relaciones hídricas

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el movimiento del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera y los factores que determinan el potencial hídrico, la transpiración y la eficiencia del uso del agua, base fisiológica del manejo del riego.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Relaciones hídricas
- Membranas, agua y célula vegetal Características físico-químicas del agua. Significancia biológica y agronómica.
- Sistema agua, suelo, planta, atmósfera. Mecanismos de movimiento del agua. Sistema suelo-planta-atmósfera. Concepto de potencial hídrico, métodos de determinación y factores que influyen sobre el potencial hídrico y sus componentes

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Transporte en el xilema. Concepto de apoplasto y simplasto. Mecanismos de absorción y transporte de agua. Transpiración y dinámica estomática. Relaciones entre absorción y transpiración. Eficiencia del uso del agua.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica, resolución de ejercicios de potencial hídrico y práctica de laboratorio de determinación del estado hídrico de la planta.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, equipamiento de laboratorio (cámara de presión, porómetro) y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Nutrición mineral

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Conocer los nutrientes esenciales, sus funciones fisiológicas, sus mecanismos de absorción y transporte, y reconocer los síntomas de deficiencia según la movilidad iónica.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Nutrición mineral
- Macronutrientes y micronutrientes. Criterios de esencialidad.
- Función fisiológica de los elementos. Mecanismos de incorporación y transporte.
- Deficiencia, síntomas de deficiencia según movilidad iónica. Nutrición foliar y radicular.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y análisis de casos de diagnóstico nutricional.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.4 Unidad 4: Mecanismos de obtención de energía y formación de materia orgánica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los procesos de fotosíntesis, respiración, asimilación del nitrógeno y transporte de fotoasimilados, y su relación con la productividad de los cultivos.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Mecanismos de obtención de energía y formación de materia orgánica en plantas.
- Metabolismo del carbono y del nitrógeno. El cloroplasto como unidad funcional.
- Fotosíntesis: Fases de la fotosíntesis y mecanismos regulatorios. Mecanismos de asimilación del CO2. Fotorrespiración. Plantas C3, C4 y CAM. Efecto de factores del ambiente en la tasa fotosintética (luz, temperatura, CO2, agua). Fotosíntesis versus transpiración.
- Respiración de la planta.
- Fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico. Reducción y asimilación del nitrato y sulfato. Integración metabólica y sus implicancias en la adaptación y productividad de las especies.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Transporte floemático: Transporte de fotoasimilados. Concepto de fuente y sumidero. Comparación del transporte por xilema y floema. Factores que afectan la dirección y velocidad del transporte.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y ejercicios de interpretación de curvas de respuesta fotosintética a la luz, la temperatura y el CO2.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.5 Unidad 5: Anatomía, crecimiento y desarrollo vegetal

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer la estructura anatómica de la planta y comprender la regulación hormonal y ambiental del crecimiento, la floración, la fructificación y la senescencia.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Anatomía, crecimiento y desarrollo vegetal
- Conceptos de anatomía: Estructura de la pared celular. Características y estructura de tejidos: floema y xilema, Estructura de las plantas: semilla, raíz, tallo, hoja, flor, fruto. Conceptos de clasificación.
- Crecimiento y desarrollo vegetal. Concepto de desarrollo, mecanismos involucrados. Fases del desarrollo de un vegetal.
- Concepto de fitohormonas Biosíntesis, metabolismo, transporte, modo de acción y efectos fisiológicos de auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscisico, etileno, jasmonatos, ácido salicílico, brasinosteroides, poliaminas.
- Floración, fructificación y senescencia.
- 7.1 Regulación inductiva del desarrollo reproductivo.
- 7.2 Vernalización y fotoperiodismo.
- 7.3 Regulación nutricional y hormonal de la floración.
- 7.4 Fases del desarrollo reproductivo.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica, observación de preparados y material vegetal, y lecturas dirigidas.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, microscopio y material vegetal fresco.

4.6 Unidad 6: Fisiología de la semilla

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el desarrollo de la semilla, los factores que afectan la germinación y los mecanismos de dormición y su control.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Fisiología de la semilla.
- Anatomía y desarrollo de semillas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Factores que afectan la germinación.
- Concepto de dormición. Control ambiental y hormonal de la dormición.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica y práctica de laboratorio de ensayo de germinación.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, cámara de germinación y semillas de distintas especies.

4.7 Unidad 7: Fisiología del estrés

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Analizar las respuestas de las plantas a las situaciones de estrés más frecuentes en el país, especialmente déficit y exceso hídrico, y su implicancia en las decisiones de riego y drenaje.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Fisiología del estrés. Concepto de estrés. Respuestas de las plantas a eventos de ambiente cotidianos en el país, como déficit y exceso hídrico, estrés térmico (congelamiento) y lumínico.

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica, análisis de casos de eventos de sequía y anegamiento ocurridos en el país y discusión grupal.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.) 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. Interamericana-Mc Graw-Hill.

Biología, Peter Alexander [et al.], New Jersey : Prentice Hall, 1992

Taiz, L. and E. Zeiger (eds.) 2002. Plant Physiology 3rd Edition. Sinauer Ed.

Salisbury,F.B. & Ross,C.W. 2000, Fisiología Vegetal, Grupo Editorial Iberoamérica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador III		
Ubicación en el Plan de Estudios	Tercer Semestre		
Previas	Proyecto Integrador II		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador III tiene como objetivo promover la integración de los conocimientos prácticos y académicos, la investigación participativa y la intervención situando al alumno en escenarios reales, en permanente contacto con el medio dónde realizará su trabajo profesional, logrando incorporar el saber, el saber ser y el saber hacer. Las actividades serán realizadas en formato semipresencial, con encuentros presenciales dos veces al mes. Lo virtual se compone de actividades sincrónicas los viernes en el horario de clase, y asincrónicas (manejo autónomo del tiempo). La metodología de aprendizaje se basa en el trabajo en grupo, elaboración de informes, presentaciones orales y escritas, evaluación de pares, además del trabajo individual. Se comienza con una introducción a la unidad curricular en conjunto con la descripción de elaboración de distintos tipos de informes. Se trabaja en la modalidad de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) proponiendo casos reales. El trabajo en ABP se realiza tomando como punto de partida salidas de campo que luego integran actividades que vinculan diferentes unidades curriculares del semestre. Además, se incluyen clases con temáticas complementarias a la elaboración de informes que incluyen herramientas de manejo de datos y diagramas a incluir en informes técnicos. Es esperable que se logren incorporar herramientas necesarias para la elaboración de informes y formulación de proyectos acompañando el programa de estudio.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Proyecto Integrador III propone como objetivo incorporar herramientas y habilidades necesarias para la definición, formulación y desarrollo de proyectos que involucren diferentes temáticas y disciplinas relacionadas con la carrera.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar conocimientos trabajados en las diferentes unidades curriculares del semestre en curso a través de actividades en conjunto que incluyan un análisis integrado y que requieran la utilización de herramientas para la formulación de proyectos. Habilidades necesarias para el trabajo en formato de proyecto de una manera práctica realizando tanto actividades grupales como individuales.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador III procura generar una integración entre diferentes unidades curriculares del semestre a partir de actividades realizadas de manera conjunta. Se utiliza el espacio de Proyecto Integrador III para desarrollar tanto instancias de formulación de actividades como de seguimiento a lo largo del semestre.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador III y elaboración y redacción de distintos tipos de informes

Unidad 2: Incorporar distintas herramientas para la formulación de proyectos y elaboración de informes

Unidad 3: Desarrollar actividades conjuntas con otras unidades curriculares a partir de diferentes formatos

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios:

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.

Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.
Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación:

Se utilizará como evaluación la Fórmula 4, la participación en trabajo se compone de distintas pautas tanto grupales como individuales, el trabajo entregado corresponde a un microproyecto que se debe entregar al final del curso.

Participación en trabajo: 70 % (Informes, actividades en clase, participación oral, asistencia, salidas de campo)

Trabajo entregado: 30 % (entrega final)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador III y elaboración y redacción de distintos tipos de informes

Presentación de la unidad curricular con las diferentes componentes que se ven durante el semestre y su relación con otras unidades curriculares. Se presentan las funcionalidades que se utilizan en la plataforma Moodle.

Se plantea una primera actividad grupal relacionada a elaboración de informes de relevamiento a realizar en distintos sectores del ITR-CS. Se realizan entregas grupales.

Se plantea una actividad relacionada al día mundial del agua y se introducen referencias al contexto regional y global de la temática. Se deben realizar entregas individuales.

4.2 Unidad 2: Incorporar distintas herramientas para la formulación de proyectos y elaboración de informes

Actividad relacionada al manejo de datos y su utilización como recurso en la elaboración de informes de diferente tipo. Se incluye entrega individual.

Utilización de herramientas de visualización e infografías en la elaboración de informes. Se incluye una entrega grupal.

Trabajo en formato de Microproyecto para la Entrega Final que incluye formulación e implementación de un proyecto con una presentación de resultados.

4.3 Unidad 3: Desarrollar actividades conjuntas con otras unidades curriculares a partir de diferentes formatos

Actividades conjuntas con otras unidades curriculares que incluyen la elaboración de informes metodológicos relacionados a las prácticas realizadas en las salidas de campo. Se realizan entregas relacionadas a esta actividad.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividades conjuntas con otras unidades curriculares que incluyen temáticas específicas de la carrera e incluye salidas de campo. Estas salidas se complementan con actividades previas y posteriores a la salida y en conjunto con las unidades curriculares.

V. Bibliografía

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Guía para la presentación de tesis y trabajos finales de posgradohttp://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/guia_tesis_posgrados_julio_2012.pdf

Manual para el manejo de Efluentes de tambos. MGAP-PPR y Fundación Ricaldoni. 2008.En http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,mgap-institucional,mgap-ampliacion-llamados,O,es,0,PAG;CONC;599;3;D;documentos-de-interes;0;PAG

Manual para estudiantes y docentes de posgrados. Http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/manual_posgrados_junio_2012.pdf

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Bibliografía complementaria

Tesis Disponibles en http://biblioteca.fagro.edu.uy/catalogo.php

SEMESTRE 4

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Hidrología

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto semestre		
Previas	Mecánica de Fluidos e Hidráulica		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Hidrología consiste en 7 unidades temáticas en las que se presenta una revisión y análisis de los conceptos básicos, procedimientos y métodos de trabajo de la materia.
Se presentará la cuenca hidrográfica como la unidad básica de estudio, donde se establecerá la metodología para su caracterización y análisis. Se estudian las variables del ciclo hidrológico haciendo énfasis en los que nos son de interés tales como precipitación, evaporación y escurrimiento. A partir de esto se abordará el balance hídrico, integrando las distintas variables que afectan las relaciones suelo-planta-atmósfera. Reconociendo metodologías que permitan analizar la variación y la interacción de la demanda atmosférica y el agua disponible en el suelo (Balance Hídrico).
Se presentarán las distintas fuentes de agua para riego, haciendo especial énfasis en los embalses como obras de aprovechamiento teniendo como objetivo de englobar los conocimientos adquiridos.

La segunda parte del semestre se enfocará en la generación del escurrimiento desarrollando los elementos y conceptos fundamentales para implementar las metodologías para determinación del caudal y volumen máximo en una cuenca no aforada.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante los conceptos en cuanto a la determinación de las variables hidrológicas y su importancia en el estudio, planificación y desarrollo de obras de aprovechamiento y diseño.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades.
- Aportar los conocimientos básicos respecto procedimientos y métodos de trabajo de la materia.
- Desarrollar los conceptos fundamentales que explican el ciclo hidrológico.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Estudiar las unidades hidrológicas (cuencas de captación) su caracterización y análisis.
- Evaluar las variables hidrológicas y su importancia en el estudio, planificación y desarrollo de obras de aprovechamiento.
- Familiarizar al estudiante con el manejo de base de datos y metodologías de trabajo.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Aportar los conocimientos básicos respecto procedimientos y métodos de trabajo de la materia.
- Desarrollar los conceptos fundamentales que explican las distintas variables hidrológicas.
- Desarrollar el concepto de cuenca, balances hídricos y predicción del escurrimiento.
- Familiarizar al estudiante con el manejo de base de datos y metodologías de trabajo.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitará al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usara como insumo los conocimientos generados en otras unidades.

2.6. Contenidos mínimos:

Conceptos y componentes del ciclo hidrológico. La cuenca hidrográfica como unidad de estudio: delimitación con herramientas SIG y caracterización morfométrica. Régimen de precipitaciones del Uruguay y análisis estadístico de series. Balance hídrico climático y de paso mensual; excesos y deficiencias; capacidad de almacenaje de los suelos. Generación del escurrimiento: hidrogramas, exceso de precipitación y escorrentía directa. Eventos extremos, período de retorno y curvas IDF del Uruguay. Métodos de estimación del caudal máximo en cuencas no aforadas (Racional y NRCS). Embalses y tajamares para riego: clasificación, ubicación, curvas altura-volumen y volumen almacenado.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

- Primer Parcial 30%
- Segundo Parcial 30%
- Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción y conceptos básicos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Introducir al estudiante en el objeto de estudio de la Hidrología, reconociendo los componentes y procesos del ciclo hidrológico y su relevancia para la planificación del uso del agua.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Concepto de hidrología
- Componentes hidrológicos
- Procesos del ciclo hidrológico.
- Ciclo hidrológico

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular y desarrollo conceptual; lluvia de ideas inicial; lecturas dirigidas.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Cuenca hidrográfica

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer la cuenca hidrográfica como unidad básica de estudio y gestión; delimitarla con herramientas SIG y caracterizarla física y morfométricamente.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Definición
- Características
- Tipos de Cuencas
- Delimitación utilizando herramientas GIS
- Análisis y caracterización de cuencas de la zona de influencia
- Características de un curso de agua
- Caracterización Física de la cuenca (Área, Perímetro, Pendiente, Densidad de Drenaje, Forma
- Tiempo de concentración
- Escurrimiento

4.2.3 Principales actividades:

Clases teóricas; práctico de delimitación y caracterización de una cuenca de la zona de influencia utilizando herramientas SIG; cálculo de parámetros morfométricos y tiempo de concentración.

4.2.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones de clase, software SIG libre (QGIS), modelos digitales de elevación y cartografía nacional disponible.

4.3 Unidad 3: Régimen de precipitaciones del Uruguay

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Caracterizar el régimen de precipitaciones del país y analizar estadísticamente series de datos pluviométricos, relacionando la oferta hídrica con la demanda atmosférica.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Definición Precipitación
- Índice Hídrico (análisis de la oferta hídrica en relación a la demanda atmosférica)
- Análisis estadístico de datos de PP en distintas zonas del país.

4.3.3 Principales actividades:

Clases teóricas; ejercicio de procesamiento y análisis estadístico de series de precipitación de distintas zonas del país en planilla de cálculo.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, bases de datos agroclimáticas de INUMET e INIA (GRAS) y planillas de cálculo.

4.4 Unidad 4: Balance hídrico

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Elaborar e interpretar balances hídricos climáticos y de paso mensual, identificando excesos y deficiencias y estimando el escurrimiento de la cuenca.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Climático
- Elaboración de un balance hídrico utilizando y procesando información disponible para la zona
- Análisis excesos y deficiencias
- Capacidad de almacenaje de los suelos
- Balance Temez modificado
- Escurrimiento en la cuenca
- Descripción y desarrollo del modelo Precipitación-escurrimiento de paso mensual
- Datos necesarios para la aplicación del modelo

4.4.3 Principales actividades:

Clases teóricas; elaboración de un balance hídrico para una zona determinada procesando información disponible; aplicación del modelo precipitación-escurrimiento de paso mensual.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, planillas de cálculo y bases de datos climáticas y de suelos.

4.5 Unidad 5: Generación del flujo superficial

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Comprender los procesos de generación del escurrimiento superficial e interpretar hidrogramas, incorporando los elementos de diseño asociados a eventos extremos.

4.5.2 Listado de contenidos:

- HIDROGRAMA DE CAUDAL
- Hidrograma anual
- Hidrograma de tormenta
- EXCESO DE PRECIPITACIÓN Y ESCORRENTÍA DIRECTA
- ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS
- Eventos extremos
- Periodo de retorno
- Curvas intensidad duración frecuencia de Uruguay
- Tiempo de Tránsito
- Tiempo de concentración

4.5.3 Principales actividades:

Clases teóricas; separación de flujo base y construcción de hidrogramas de tormenta; ejercicios de aplicación de curvas intensidad-duración-frecuencia.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.6 Unidad 6: Metodologías para la determinación del caudal máximo en una cuenca no aforada

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar los métodos Racional y NRCS para la estimación del caudal y volumen máximo en cuencas no aforadas, e implementarlos en planillas de cálculo.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Método Racional
- Método NRCS
- Elaboración de planillas para cálculos en excel

4.6.3 Principales actividades:

Clases teóricas; resolución de casos; elaboración de planillas de cálculo en Excel para la aplicación de ambos métodos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, planillas de cálculo y manuales técnicos nacionales (DINAGUA).

4.7 Unidad 7: Embalses y tajamares para riego

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Integrar los conocimientos de la unidad curricular en el análisis de embalses y tajamares como obras de aprovechamiento, evaluando su ubicación, clasificación y capacidad de almacenamiento.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.7.2 Listado de contenidos:

- Períodos de exceso y déficit
- Clasificación de los embalses
- Aptitud de diferentes regiones para la construcción
- Ubicación de embalses
- Curvas altura volumen
- Volumen almacenado
- Escurrimiento anual-Datos necesarios para su cálculo

4.7.3 Principales actividades:

Clases teóricas; ejercicio integrador de dimensionamiento preliminar de un embalse para riego; construcción de curvas altura-volumen.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, manuales de diseño de pequeñas presas y tajamares, cartografía y planillas de cálculo.

V. Bibliografía

Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. Hidrología Aplicada.

KOOLHAAS, M. (2003). Embalses agrícolas. Diseño y construcción. Ed. Hemisferio Sur.

INIA, Las Brujas, 23 de agosto de 1994. Manejo de la información agroclimática para apoyo a la toma de decisiones en riego. Serie de actividades de difusión Nº 26.

DURÁN, A. 2000. Propiedades hídricas de los suelos. Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad de la República

FAO 56 Evapotranspiración del cultivo

DINAGUA (2011) Manual de diseño y construcción de pequeñas presas. www.mvotma.gub.uy/dinagua

GARCÍA PETILLO, M. y CÁNEPA, P. (2008) Manual para el diseño y la construcción de tajamares de aguada. Proyecto Producción Responsable.

GARCÍA PETILLO, M. Balance de un tajamar-Riego. www.fagro.edu.uy/ dptos/suelos/ hidrología

GENTA, J.L.; CHARBONIER, F.; FAILACHE, N. y ALONSO, J. (2003) Modeloprecipitación – escurrimiento de paso mensual. IMFIA, Facultad de Ingeniería.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Microbiología Ambiental		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Introducción a las Ciencias Biológicas		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	41	89
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Microbiología Ambiental introduce al estudiante en el mundo microbiano y en su papel determinante sobre la calidad del agua, del suelo y del aire. El programa se organiza en nueve unidades temáticas que recorren los aspectos generales de los microorganismos, su estructura celular, su crecimiento y los factores ambientales que lo condicionan, la genética y el metabolismo microbiano, la diversidad y las comunidades microbianas, y finalmente la relación entre los microorganismos y los distintos ambientes.

La unidad se apoya en una metodología de trabajo basada en problemas, alternando el desarrollo teórico con actividades prácticas de laboratorio (observación al microscopio, curvas de crecimiento, ensayos de fermentación) y con un proyecto que acompaña todo el curso, en el que cada equipo elige un ambiente e investiga los microorganismos presentes y su función. De este modo se busca que el estudiante comprenda los fundamentos microbiológicos que sustentan los procesos de potabilización, de tratamiento de efluentes y de valorización de residuos que abordará en unidades posteriores.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante un panorama general sobre la microbiología y su relación con el ambiente.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

General

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Introducir al alumno en el mundo microbiano abarcando las características necesarias que le permitan comprender los aspectos ecológicos como factor condicionante de la calidad ambiental, brindando de este modo los conocimientos básicos que tengan conexión con otras asignaturas, así como los introductorios para articular con los contenidos específicos de Biotecnología Ambiental.

Específicos

- Reconocer las características generales del mundo microbiano y diferenciar los principales grupos de microorganismos.
- Describir la morfología y los mecanismos de reproducción de los microorganismos procariotas.
- Comprender los procesos de obtención de energía, biosíntesis y nutrición de los microorganismos.
- Analizar los procesos de crecimiento y desarrollo microbiano.
- Reconocer los principales mecanismos y características de la genética microbiana.
- Describir las características generales de los microorganismos eucariotas, incluyendo algas, hongos y protozoos.
- Analizar la función de los microorganismos en la biosfera y su importancia en los ecosistemas.
- Comprender los principios de la ecología microbiana y relacionar los microorganismos con los diferentes ambientes en los que se desarrollan.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Reconocer y diferenciar los principales grupos de microorganismos y su rol en los ciclos biogeoquímicos.
- Manejar con seguridad el instrumental básico de un laboratorio de microbiología: microscopio, medios de cultivo, técnicas de siembra y de tinción.
- Obtener, procesar e interpretar datos de crecimiento microbiano y de recuento de biomasa.
- Relacionar las condiciones ambientales de un sistema con la comunidad microbiana que lo habita y con su desempeño en procesos de tratamiento.
- Buscar, seleccionar y analizar información científica de fuentes diversas y comunicarla de forma oral y escrita.
- Trabajar en equipo con responsabilidad y respetando las normas de bioseguridad.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular está muy estrechamente unida a otras unidades curriculares como Biotecnología ambiental, así como con las unidades donde es necesario conocer el metabolismo microbiano. Se fomentará la interacción con el resto de las unidades curriculares lo cual facilitará al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usará como insumo los conocimientos generados en otras unidades.

2.6. Contenidos mínimos:

Conocimientos básicos respecto al mundo microbiano a sus características y a su influencia en el ambiente.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Unidad 1: Aspectos generales de los microrganismos.

Unidad 2: Estructura celular

Unidad 3: Crecimiento microbiano.

Unidad 4: Efecto de los factores ambientales sobre el crecimiento microbiano.

Unidad 5: Genética bacteriana.

Unidad 6: Metabolismo microbiano

Unidad 7: Diversidad microbiana

Unidad 8: Comunidades microbianas.

Unidad 9: Microorganismos y ambientes

Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en aplicación de los conceptos teóricos a problemas prácticos relacionados a la unidad. Implementar los conocimientos adquiridos en ejercicios prácticos y prácticas de laboratorio que permita un mayor entendimiento de la teoría. En este eje también se hará hincapié en las instancias presenciales en realizar prácticas de laboratorio para que el estudiante visualice de mejor forma los conceptos teóricos

Integración con otras Unidades Curriculares: Se espera que esta unidad se relacione con las demás mediante el proyecto integrador.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Primer Parcial 30%

Segundo Parcial 30%

Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Participación en la plataforma virtual.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Aspectos generales de los microrganismos

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer la importancia de los microorganismos y de su estudio para la naturaleza y para los seres humanos, la agricultura y otros procesos o productos.

4.1.2 Listado de contenidos:

Definiciones básicas: Procariotas: dominios Archaea y Bacteria. Eucariotas.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.1.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Estructura celular

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Identificar la estructura y función celular. describir los mecanismos de transferencia de energía.

4.2.2 Listado de contenidos:

Microscopía. Membranas y paredes celulares. Estructuras de superficie e inclusiones en procariotas. Flagelos y movimiento microbiano.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas, trabajo en laboratorio, observación de bacterias y hongos al microscopio. Observación de frescos, contraste de fases y tinciones.

4.2.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, microscopio y elementos de laboratorio.

4.3 Unidad 3: Crecimiento microbiano

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer cómo funciona el crecimiento microbiano y los métodos de evaluación de la biomasa microbiana.

4.3.2 Listado de contenidos:

Métodos de evaluación de la biomasa microbiana. Curva de crecimiento en sistemas cerrados. Cultivo continuo. Velocidad de crecimiento. Biofilms microbianos.

4.3.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica y lecturas dirigidas. Laboratorio: Realización de curva de crecimiento

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, plataforma moodle. Equipamiento de laboratorio.

4.4 Unidad 4: Efecto de los factores ambientales sobre el crecimiento microbiano

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer cómo afectan los factores ambientales el crecimiento microbiano.

4.4.2 Listado de contenidos:

Factores ambientales sobre el crecimiento microbiano. Nutrientes. Fuentes de carbono y de energía. Actividad de agua. Temperatura. pH. Potencial redox y atmósfera. Categorías nutricionales. Medios de cultivo.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, trabajo en plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Genética bacteriana

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Estudiar la genética desde la perspectiva molecular.

4.5.2 Listado de contenidos:

Macromoléculas e información genética. Estructura de ADN, replicación del ARN. Síntesis de proteínas. Mutaciones. Mecanismos de transformación, transducción y conjugación. Elementos genéticos: plásmidos y transposones.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias. Trabajo en plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Metabolismo microbiano

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender el funcionamiento del metabolismo microbiano.

4.6.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Mecanismos generales de obtención de energía. Fotosíntesis oxigénica y anoxigénica. Respiración aerobia y anaerobia. Fermentaciones.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas. Laboratorio: práctica de fermentación.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias. Trabajo en plataforma virtual. Equipamiento de laboratorio.

4.7 Unidad 7: Diversidad microbiana

4.7.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer los distintos procesos en que los microorganismos participan en la naturaleza

4.7.2 Listado de contenidos:

Flujo de energía en el planeta. Función de los microorganismos en el reciclado de nutrientes. Ciclos biogeoquímicos del C, N, S, Fe, As. Diversidad microbiana. Arqueas metanogénicas y sintróficas obligadas. Bacterias fijadoras de N2, desnitrificantes, anammox y nitrificantes. Bacterias reductoras de sulfato. Microorganismos fotosintéticos. Patógenos.

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.7.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias. Trabajo en plataforma virtual.

4.8 Unidad 8: Comunidades microbianas

4.8.1 Objetivo de la unidad:

- Identificar las comunidades microbianas y las poblaciones de bacterias.

4.8.2 Listado de contenidos:

Grupos tróficos. Diversidad, redundancia y estabilidad. Interacciones entre microorganismos. Técnicas moleculares y tradicionales para el estudio de comunidades microbianas. Secuenciación masiva, metagenomas, Respirometrías, aislamiento, recuento.

4.8.3 Principales actividades:

Clase teórica y ejercicios prácticos

4.8.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias. Trabajo en plataforma virtual.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.9 Unidad 9: Microorganismos y ambientes

4.9.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer los grupos de microrganismos que existen y como se relacionan con el ambiente que habitan.

4.9.2 Listado de contenidos:

Concepto de microbioma. Microorganismos psicrófilos en ambientes fríos, microorganismos del suelo, microorganismos asociados a plantas (nodulación, rhizosféricos, endófitos), asociados a animales (rumen), microorganismos en sistemas de tratamientos de efluentes, microorganismos asociados a sistemas acuáticos (océanos, ríos, lagos).

4.9.3 Principales actividades:

Clase teórica, material bibliográfico.

4.9.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, Cañón, Proyector, Revistas de ciencias. Trabajo en plataforma virtual.

Se plantea desarrollar un proyecto que acompañe todo el curso.

Proyecto: Microorganismos y ambiente. Elegir un ambiente e investigar que microorganismos están presentes, que rol cumplen y como los podemos estudiar.

V. Bibliografía

Brock Biología de los microorganismos Environmental Microbiology. From genomes to biogeochemistry.

Atlas, R. ; Bartha, R. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental.

Lilian Frioni. Microbiología Básica Ambiental y Agrícola. Facultad de Agronomía 2005.

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Manejo de cultivos bajo riego		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Fisiología Vegetal		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Manejo de Cultivos Bajo Riego articula el conocimiento del funcionamiento de la planta con la gestión del agua en el sistema productivo. La unidad parte de la relación agua-suelo-planta-atmósfera y de la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos, para luego abordar la programación del riego, la respuesta de los principales cultivos regados del Uruguay (cultivos extensivos de verano, arroz, pasturas, cultivos hortícolas y frutícolas) y las prácticas de manejo agronómico asociadas a la producción bajo riego.

El programa se organiza en seis unidades temáticas y se apoya en una metodología de aprendizaje basado en problemas: a partir de datos reales de suelo, clima y cultivo, los estudiantes elaboran balances hídricos, definen estrategias de riego y evalúan sus consecuencias productivas, económicas y ambientales.

Modelo Metodológico: el proceso de enseñanza/aprendizaje se organiza en dos ejes. i. Eje teórico: desarrollado en instancias sincrónicas virtuales mediante clases expositivas con apoyo de pizarra digital y presentaciones, lecturas dirigidas y foros de discusión, con material disponible en la plataforma virtual. ii. Eje de aplicación práctica: desarrollado en las jornadas presenciales y en el trabajo autónomo, mediante la resolución de ejercicios con datos reales, el uso de planillas de balance hídrico y de software de programación de riego, y salidas de campo a establecimientos con cultivos regados de la zona de influencia.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad aporta al Área de Dominio 1 del tramo Tecnólogo/a —instalar, operar, evaluar y mantener sistemas de riego y drenaje agrícola bajo una visión de sostenibilidad— al brindar el criterio agronómico que fundamenta cuándo, cuánto y cómo regar. Es el complemento indispensable del conocimiento hidráulico: sin el requerimiento hídrico del cultivo no hay diseño ni operación posible de un sistema de riego. Contribuye asimismo al Área de Dominio 3, en tanto habilita al egresado a integrar equipos que asesoran a productores agropecuarios en proyectos que involucran el uso del agua para riego.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender la relación agua-suelo-planta-atmósfera y los parámetros hídricos del suelo que determinan la disponibilidad de agua para el cultivo.
- Estimar la evapotranspiración del cultivo a partir de información agroclimática y de coeficientes de cultivo.
- Elaborar e interpretar balances hídricos de paso diario para la programación del riego.
- Definir estrategias de riego —riego pleno y riego deficitario controlado— en función del cultivo, del recurso hídrico disponible y de los objetivos productivos.
- Reconocer la respuesta al riego de los principales cultivos del país y las prácticas de manejo agronómico asociadas.
- Evaluar el impacto productivo, económico y ambiental de las decisiones de manejo del riego.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de diagnóstico: caracterizar el sistema suelo-cultivo-clima de un predio a partir de información propia y de fuentes secundarias.
- Capacidad de cálculo agronómico: determinar láminas, frecuencias y tiempos de riego.
- Capacidad de decisión: seleccionar y justificar una estrategia de manejo del riego frente a escenarios de disponibilidad hídrica contrastantes.
- Capacidad de uso de herramientas informáticas de programación del riego y de manejo de bases de datos agroclimáticas.
- Actitud crítica y responsable frente al uso del agua y del suelo, y capacidad de comunicar recomendaciones técnicas a productores.
- Capacidad de trabajo en equipo y de comunicación oral y escrita.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Fisiología Vegetal, de la que retoma las relaciones hídricas y la respuesta del cultivo al déficit. Se apoya en Hidrología, Clima y Agrometeorología y Manejo de Suelos, que aportan la información climática y edáfica necesaria para el balance hídrico. Es previa directa de Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje —junto con Mecánica de Fluidos e Hidráulica— y sustenta Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego, Fertirrigación en Cultivos Intensivos, Ingeniería de Riego por Gravedad, Ingeniería de Riego a Presión y Software de Diseño de Riego. Se coordina con Proyecto Integrador IV en las actividades de campo.

2.6. Contenidos mínimos:

Relación agua-suelo-planta-atmósfera. Parámetros hídricos del suelo: capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua disponible, densidad aparente y velocidad de infiltración.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Evapotranspiración de referencia y del cultivo; coeficiente de cultivo (Kc) y coeficiente de estrés (Ks). Balance hídrico de paso diario y programación del riego. Instrumentos de monitoreo del agua en el suelo y en la planta. Estrategias de riego: riego pleno y riego deficitario controlado. Respuesta al riego y manejo agronómico de los principales cultivos regados del Uruguay: cultivos extensivos de verano, arroz, pasturas y cultivos hortícolas y frutícolas. Calidad del agua de riego y su efecto sobre el suelo y el cultivo. Evaluación productiva, económica y ambiental del riego.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

- Primer Parcial 30%
- Segundo Parcial 30%
- Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar el trabajo.
- Comunicación oral y escrita.
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, en particular en la resolución de ejercicios de balance hídrico y programación del riego.
- Participación en la plataforma (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Relación agua-suelo-planta-atmósfera

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el continuo suelo-planta-atmósfera y determinar los parámetros hídricos del suelo que definen la disponibilidad de agua para el cultivo.

4.1.2 Listado de contenidos:

- El continuo suelo-planta-atmósfera. Potencial hídrico y sus componentes.
- Parámetros hídricos del suelo: capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua disponible total y fácilmente disponible, densidad aparente.
- Velocidad de infiltración y curvas características de retención de agua.
- Profundidad efectiva de raíces y umbral de riego.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica; práctica de determinación a campo y en laboratorio de capacidad de campo, densidad aparente, humedad actual y velocidad de infiltración.

4.1.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones de clase, equipamiento de campo (barreno, cilindros, infiltrómetro de doble anillo), laboratorio de suelos y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Necesidades hídricas de los cultivos

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Estimar la evapotranspiración de referencia y del cultivo a partir de información agroclimática, aplicando la metodología FAO 56.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Evapotranspiración de referencia (ETo): métodos de estimación y datos requeridos.
- Coeficiente de cultivo (Kc): etapas fenológicas, curvas de Kc y ajuste local.
- Evapotranspiración del cultivo (ETc) y evapotranspiración real.
- Coeficiente de estrés hídrico (Ks) y agotamiento admisible.
- Fuentes de información agroclimática nacional y manejo de bases de datos.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de cálculo de ETo y ETc en planilla de cálculo con series agroclimáticas reales de la zona de influencia.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico (FAO 56), presentaciones de clase, planillas de cálculo y bases de datos agroclimáticas de INUMET e INIA (GRAS).

4.3 Unidad 3: Balance hídrico y programación del riego

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Elaborar e interpretar balances hídricos de paso diario y definir la programación del riego a partir de sus resultados.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Componentes del balance hídrico de paso diario. Lámina neta y lámina bruta.
- Frecuencia, tiempo y momento de riego. Definición del caudal de diseño.
- Análisis de los eventos de lluvia durante el período de riego. Precipitación efectiva.
- Instrumentos de monitoreo del agua en el suelo y en la planta: tensiómetros, sondas de capacitancia, sensores FDR/TDR. Calibración e interpretación de los datos.
- Herramientas informáticas de programación del riego.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; construcción y uso de una planilla de balance hídrico diario en Excel; análisis de alternativas de manejo y de sus resultados; interpretación de registros de sensores de humedad del suelo.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, planillas de balance hídrico, sensores de humedad de suelo y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Estrategias de riego

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Definir y justificar estrategias de riego en función del cultivo, del recurso hídrico disponible y de los objetivos productivos y ambientales del sistema.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Riego pleno y riego deficitario controlado. Determinación del Ks.
- Períodos críticos de los cultivos y priorización del uso del agua.
- Función de producción agua-rendimiento. Productividad del agua.
- Riego suplementario en secano y riego en sistemas intensivos.
- Efecto de la calidad del agua de riego sobre el suelo y el cultivo: salinidad, sodicidad y necesidades de lavado.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; resolución de casos con distinta disponibilidad de agua almacenada; discusión grupal de alternativas y presentación de resultados.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.5 Unidad 5: Manejo de los principales cultivos bajo riego

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer la respuesta al riego y las prácticas de manejo agronómico de los principales cultivos regados del Uruguay.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Cultivos extensivos de verano (soja, maíz, sorgo): fenología, períodos críticos y respuesta al riego.
- Arroz: manejo del agua, inundación y sistematización.
- Pasturas y cultivos forrajeros bajo riego.
- Cultivos hortícolas y frutícolas: manejo del riego en producción intensiva y bajo cubierta.
- Manejo integrado: rotaciones, fertilización, sanidad y laboreo en sistemas regados.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; salida de campo a establecimientos con cultivos regados de la zona de influencia; seminario de presentación grupal por cultivo.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y publicaciones técnicas nacionales (INIA, Facultad de Agronomía), presentaciones de clase, salidas de campo y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Evaluación productiva, económica y ambiental del riego

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Evaluar los resultados productivos, económicos y ambientales de una propuesta de manejo del riego, integrando los contenidos de la unidad curricular.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Indicadores de eficiencia y de productividad del agua.
- Costos del riego y análisis económico simplificado de la decisión de regar.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Riesgos ambientales asociados al riego: erosión, lixiviación de nutrientes, salinización y presión sobre la fuente de agua.
- Buenas prácticas de manejo del agua y del suelo en sistemas regados.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; trabajo integrador de análisis de un caso real con presentación oral y entrega de informe escrito.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, planillas de cálculo y plataforma virtual.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendada:

- ALLEN, R.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje Nº 56. FAO, Roma.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. (1979). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje Nº 33. FAO, Roma.
- STEDUTO, P.; HSIAO, T.; FERERES, E.; RAES, D. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. Estudio FAO Riego y Drenaje Nº 66. FAO, Roma.
- DURÁN, A. (2000). Propiedades hídricas de los suelos. Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo.
- GARCÍA PETILLO, M. (2009). El riego suplementario en cultivos y pasturas. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo.
- INIA. Publicaciones técnicas y series de actividades de difusión sobre riego en cultivos extensivos, hortícolas y pasturas.

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades y, de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Unidad Curricular	Manejo de suelos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Fisiología Vegetal / Cartografía y Topografía Digital		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa de esta unidad está estructurado en 11 unidades temáticas. Estas se agrupan fundamentalmente en dos módulos: a) Conocimiento del suelo, sus propiedades y capacidad de uso y b) Uso, Manejo y Conservación del suelo. En ambos casos poniendo énfasis en manejo sostenible.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante un cabal conocimiento del recurso suelo que es clave en el caso del manejo del riego y drenaje. A su vez le permitirá hacer una buena evaluación de la capacidad de uso de los suelos tanto para el proyecto final como en el desempeño profesional. El estudiante será capaz de presentar la información en una cartas básicas e interpretativas de suelos

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Específicamente, la unidad se enfoca en la formación del profesional para que sea capaz de lograr o asesorar en el uso intensivo sostenible del recurso suelo, poniendo énfasis en su conservación.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis en distintas fuentes de información como libros, Internet, artículos científicos.

Integrar equipos de trabajos para la investigación y debate de los temas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Uso de material multimedia que facilite la comprensión e interpretación de los procesos tratados.

Exposición de temas relacionados al curso.

Vincular los contenidos de esta unidad curricular con otras y diferentes actores del medio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Existe alta relación con otras Unidades Curriculares, tanto de este semestre como de otros, lo que requiere buena actividad de coordinación.

2.6. Contenidos mínimos:

Poder realizar una completa descripción del suelo, definir sus propiedades y capacidad de uso y presentarlos en una carta de suelos. Poder resolver las mejores prácticas para el uso y manejo responsable y sostenible.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Actividades Teórico - Prácticas: 70%

Evaluación Continua: 30%

Se valorará para la evaluación:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

Unidades 1, 2, 3 y 4: Introducción. Composición, morfología y formación del suelo

Objetivos de las unidades:

- Entender la importancia del suelo para sistemas productivos.
- Conocer conceptos básicos de suelos, composición, cómo se forman.
- Lograr la descripción de un perfil de suelo, sus características morfológicas y asociadas

Listado de contenidos:

Composición del suelo. Morfología del Suelo. Factores y Procesos de Formación del suelo. Minerales del suelo

Principales actividades:

Clases teóricas y Prácticos. Una actividad de campo

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía. Taladro Holandés. Tabla Munsell de colores

Unidad 5: La materia orgánica del suelo

Objetivos de la unidad:

- Conocer la importancia de la materia orgánica del suelo.
- Conocer las propiedades que le confiere al suelo.
- Conocer la materia orgánica como indicador de calidad y salud del suelo.
- Conocer los sistemas de producción y su efecto en la evolución de la materia orgánica del suelo.

Listado de contenidos:

Materia orgánica total, fracciones de la materia orgánica, contenido de materia orgánica en suelos, propiedades vinculadas a materia orgánica. La materia orgánica como indicador de la calidad del suelo. Fracción coloidal del suelo

Principales actividades:

Clases teóricas y prácticas

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía.

Unidad 6, 7 y 8: Propiedades de los suelos

Objetivo de las unidades:

Conocer las propiedades de los suelos como base de capacidad de uso y manejo

Listado de contenidos:

Propiedades físicas: textura, estructura, porosidad, aireación, color, temperatura. Propiedades Químicas: CIC, Saturación en bases, pH, acidez, macronutrientes y su dinámica. Agua en el suelo: Retención de agua, parámetros hídricos, movimiento del agua en el suelo. En todos los casos se realiza énfasis en cómo afecta el uso y manejo del suelo a las diferentes propiedades. Interacción entre diferentes propiedades y la materia orgánica del suelo

Principales actividades:

Clases teóricas y prácticas.

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía

Unidad 9:

Objetivo de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Conocer los principales suelos del Uruguay, sus propiedades y su clasificación.

Listado de contenidos:

Regionalización de suelos del Uruguay. Clasificación de suelos del Uruguay.

Principales actividades:

Clases teóricas y prácticas.

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía

Unidad 10: Cartografía de suelos

Objetivos de la unidad:

- Conocer y manejar las diferentes cartografías de suelos existentes con énfasis en su alcance y uso para diferentes proyectos.
- Desarrollar la capacidad para realización de cartografía de suelo a nivel predial.
- Describir la capacidad de uso de los suelos y realización de cartografía interpretativa por capacidad de uso.

Listado de contenidos:

Cartografía de suelos disponible en Uruguay, objetivos, usos. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000. Diferentes cartas de suelos a distintas escalas disponibles para diferentes regiones del Uruguay. Nueva carta de suelos 1:40.000 (web). Cartografía CONEAT (web). Capacidad de uso del suelo. Evaluación de tierras, cartografía de suelo. Mapas básicos e interpretativos de suelo.

Principales actividades:

Clases teóricas y prácticas. Una actividad de campo.

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía.

Unidad 11:

Objetivo de la unidad:

- Conocer aspectos relacionados a la erosión y degradación de suelos, asociados a su uso y manejo.

Listado de contenidos:

Erosión y degradación de suelos. Ley de conservación de suelos y aguas. Uso del Modelo USLE. Planes de uso y manejo de suelos. Manejo de suelos en diferentes sistemas productivos Laboreo, Rotaciones, terrazas. Uso y manejo sostenible del suelo.

Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clases teóricas y prácticas. Ejercicio de aplicación del Modelo USLE/RUSLE y elaboración de un plan de uso y manejo de suelos para un caso predial.

Recursos disponibles:

Medios de proyección. Bibliografía. Internet.

V. Bibliografía

Durán, A., y F. García Préchac. 2007. Vol I y II. Suelos del Uruguay. Origen, clasificación, manejo y conservación. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo.

Brady, N.C, Weil, R.R. 2008. The Nature and Properties of Soils, 14th Edition. Pearson, Prentice Hall, Ohio.

Porta Casanellas, J. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi Prensa. 929p.

Conti, M. 2001. Principios de Edafología, con énfasis en suelos Argentinos. Orientación Gráfica Editora. 350p.

García Préchac, F. ; Durán, A.; (2007). Suelos del Uruguay – Origen, clasificación, manejo y conservación. Tomo I, 358 pp y Tomo II, 334 pp.

MGAP (1976) Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000). Tomo I. Clasificación de Suelos MAP/DSF. Montevideo.

MGAP (1976) Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay - Tomo III: Descripción de las unidades de suelos. MAP/DSF. Montevideo

Material disponible en Plataforma Moodle

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Unidad Curricular	Introducción a la Gestión Ambiental		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Sistemas Productivos y Medio Ambiente		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El programa se organiza en 6 unidades temáticas donde: Se aborda el concepto de ambiente con sus diferentes concepciones territoriales y temporales, el concepto de desarrollo sostenible. Se analiza diferentes sistemas de producción de diferente escala y se brinda herramientas para identificar los principales componentes a considerar en la gestión ambiental en estos sistemas de producción, analizando aspectos asociados al riesgo ambiental vinculado a factores intrínsecos de la producción (generación de efluentes, residuos, ruidos, olores, afectación al suelo, entre otros), así como a factores relacionados a la ubicación geográfica de los establecimientos. Se reflexiona sobre el rol profesional a la hora de asesorar en propuestas tecnológicas adaptadas a las realidades socio productivas (escala) y respetando el cumplimiento de la normativa vigente.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad curricular aporta herramientas metodológicas para que los estudiantes logren identificar y cuenten con insumos para evaluar crítica y objetivamente, los problemas ambientales generados por las actividades productivas agropecuarias y pequeñas agroindustrias. Asimismo, brinda un acercamiento para identificar y tomar decisiones vinculadas a la gestión ambiental en predios agropecuarios (cría animal intensiva).

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Brindar a los estudiantes conocimientos básicos respecto a los sistemas de producción pecuarios intensivos y herramientas para identificar sus principales implicancias ambientales. Además, se proporcionan elementos básicos para identificar los componentes asociados a una adecuada gestión ambiental adaptada a las características de los sistemas productivos y en sintonía con las normas ambientales. Asimismo, se brinda a los estudiantes un ámbito de análisis y problematización que permita reflexionar sobre los aspectos éticos, productivos, normativos, políticos, económicos,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

sociales y ambientales con el propósito de generar capacidad reflexiva y actitudes responsables en su rol profesional en la producción del país.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Actitud crítica, y capacidad reflexiva en temas vinculados a la unidad curricular.

Estimular la capacidad de investigar, trabajo en equipo y debatir con estudios de casos concretos referentes al área de estudio.

Asumir responsabilidad respecto al rol profesional en relación a aspectos sociales y ecológicos con el fin de mitigar o minimizar los efectos negativos.

Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y diferentes actores del medio.

Se aborda la unidad en modalidad de talleres para promover entre los estudiantes la discusión y el debate de modo de construir colectivamente conocimientos, valores y desarrollar habilidades y actitudes a partir de sus propias experiencias. Dado que los estudios de caso que se presentan estarán vinculados a la realidad, los estudiantes se enfrentarán a situaciones complejas cuyo abordaje requiere de un enfoque sistémico, globalizador y de investigación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares de la carrera facilitara al estudiante integrar conocimientos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad: Nivelación en concepto de ambiente, desarrollo sostenible, problemática ambiental.

Unidad: Sistemas agrarios a través del enfoque de sistemas.

Unidad: Actividad productivas pecuarias. Sistemas productivos intensivos de cría de aves, cerdos, ganado bovino a corral, tambos, queserías artesanales.

Unidad: Plan de gestión ambiental en sistemas pecuarios.

Unidad: Transferencia y adaptación de tecnologías. Buenas prácticas ambientales destinadas a mitigar y/ minimizar los impactos ambientales.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación

Actividades y trabajos 60%

Participación en clase y plataforma 40%

Se valorará para la participación

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Trabajo en equipo.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Trabajo en plataforma.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Concepto de ambiente y desarrollo sostenible

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Construir el concepto de ambiente en sus distintas dimensiones y comprender la génesis, los principios y el estado de avance de la agenda de desarrollo sostenible.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Definición de ambiente con sus diferentes concepciones (territoriales - temporales), análisis de los diversos aspectos y dimensiones del ambiente (aspectos sociales, culturales, tecnológicas, etc.). Diferencia entre ambiente y naturaleza en relación a la sociedad. Concepto de Desarrollo Sostenible, su génesis histórica y principios. Objetivos del Desarrollo Sostenibles - Agenda 2030 de Naciones Unidas, análisis de su implementación y avances de la agenda a nivel de Uruguay.

4.1.3 Principales actividades:

Taller de discusión sobre casos de estudio, lectura dirigida y trabajo en grupo con instancia plenaria.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, documentos de Naciones Unidas (Agenda 2030) e informes nacionales; plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Problemática ambiental

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Identificar y caracterizar los problemas ambientales a distintas escalas, reconociendo sus impulsores directos e indirectos, con énfasis en los problemas nacionales vinculados a las actividades productivas.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Conflictos ambientales e identificación de los problemas ambientales. Diferente escala de problemas ambientales (local y global). Impulsores directos (cambio en el uso de suelo, uso de insumos externos, tecnología, entre otros) e indirectos (economía, demografía, sociopolítica, ciencia, tecnología y cultura) de cambios en los sistemas naturales. Problemas ambientales nacionales vinculados a las actividades productivas con un enfoque regional.

4.2.3 Principales actividades:

Análisis de casos de estudio nacionales, búsqueda bibliográfica y debate grupal.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, informes de estado del ambiente, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Sistemas agropecuarios

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Analizar los sistemas agrarios desde el enfoque de sistemas y comprender la relación entre el funcionamiento de los ecosistemas, los servicios que prestan y el bienestar humano.

4.3.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Estudio de los sistemas agrarios a través del enfoque de sistemas, relación entre los sistemas ambientales y los sistemas agropecuarios. Relación entre el funcionamiento y servicios de los ecosistemas con el bienestar humano (vinculando a aspectos sociales, económicos, culturales y de conservación). Análisis de los componentes, estructura y funcionamiento de los sistemas productivos e identificar los procesos de transformación de los sistemas ambientales en función de los objetivos y estabilidad de la producción.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y trabajo en grupo de análisis de componentes, estructura y funcionamiento de un sistema productivo.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Actividades productivas y sus impactos ambientales

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Identificar los principales aspectos e impactos ambientales asociados a los sistemas de cría intensiva y a las pequeñas agroindustrias.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Análisis de los sistemas de producción enfatizando en los principales aspectos e impactos ambientales asociados a las actividades productivas. Se aborda el estudio de sistemas de cría intensiva (aves, cerdos, ganado bovino a corral, tambos), pequeñas agroindustrias (queserías artesanales, lácteas, frigoríficos, entre otros).

4.4.3 Principales actividades:

Estudio de casos, salidas de campo a establecimientos de la zona de influencia y elaboración de informes grupales.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, salidas de campo y plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Plan de gestión ambiental

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Manejar las herramientas básicas para diseñar un Plan de Gestión Ambiental e identificar estrategias de minimización y control del deterioro ambiental en sistemas productivos.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Herramientas básicas para diseñar un Plan de Gestión Ambiental, elementos para identificar los componentes asociados a una adecuada gestión ambiental e identificar estrategias de minimización y control el deterioro ambiental en sistemas productivos. Análisis de los aspectos del riesgo ambiental vinculados a la propia actividad productiva (generación de efluentes, residuos, ruidos, olores, afectación al suelo, entre otros) y a su localización geográfica.

4.5.3 Principales actividades:

Taller de elaboración de un plan de gestión ambiental simplificado para un caso productivo real; presentación y discusión en plenario.

4.5.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, guías y formularios de la autoridad ambiental nacional, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Transferencia y adaptación de tecnologías

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los procesos de innovación, desarrollo, validación y transferencia de tecnologías, y el papel de los distintos actores sociales en su adopción.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Innovación, desarrollo y transferencia de tecnologías. Analizar el proceso de validación de la tecnología y su transferencia a productores. Tecnologías adaptadas, desarrollo de tecnologías apropiadas según característica de los sistemas productivos, contexto y ambiente. Co-innovación como metodología de abordaje integral a los sistemas productivos para la resolución de problema socio-económicos-productivos. A nivel transversal se reflexiona sobre el rol de la sociedad en la definición de políticas públicas. Papel de los distintos actores sociales en la adopción, generación, promoción de la tecnología.

4.6.3 Principales actividades:

- El abordaje de las diferentes unidades estará sustentada en base a casos de estudios que permitan analizar y debatir entre los diversos aspectos y dimensiones del ambiente, la tecnología y su influencia en lo social. Estas actividades se complementan con salidas de campo pensadas específicamente para el abordaje de los temas dado en clase y en coordinación con otras unidades de la carrera. Clase teórica, lecturas dirigidas, trabajo en grupo, instancia plenaria de discusión, búsquedas bibliográficas, relevamientos y sistematización de datos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, seminarios con expertos, salidas de campo coordinadas con otras unidades curriculares y plataforma virtual.

Tiempo: Clase sincrónicamente (2 horas) e instancias asincrónicas a través de lectura, preparación de trabajos, cuestionarios. También se coordinan salidas de campo con Unidad curriculares de la carrera.

V. Bibliografía

Muriel, R, 2004. Ambiente y desarrollo. RELACIÓN SISTEMICA ENTRE NATURALEZA Y SOCIEDAD. UNA VÍA HACIA LA SUSTENTABILIDAD. Ideas Sostenibles. Año 1 Nº 6.4.p

Gazzano, I.; Achkar, Marcel, 2013. La necesidad de redefinir ambiente en el debate científico actual. Revista gestión Ambiental. Vol. 16 (3): 7-15. https://udelar.edu.uy/retema/wp-content/uploads/sites/30/2015/04/La-necesidad-de-redefinir-ambiente-Gazzano-Achkar.pdf

Tommasino, H.; Foladori, Guillermo, 2001. La crisis ambiental contemporánea. En: Pirre, N Foladori, G. Sustentabilidad. Desacuerdo sobre el desarrollo sustentable. 11 – 13 pp. Trabajo y Capital. Montevideo Uruguay https://www.researchgate.net/publication/304783779_Sustentabilidad_Desacuerdos_sobre_el_desarrollo_sustentable/link/577ad44e08ae355e74f0759c/download

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Reboratti, C 2000. Ambiente y sociedad. Conceptos y relaciones. Grupo Editorial Plantea. Bueno Aires. Capítulo V Breve historia de la sociedad y su ambiente. 111 – 131 p

Foladori, G. 2007. El pensamiento ambientalista. Tercer siglo. Año 3 Nº 8. Educación y amientes. http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/anales/numero08/archivosparaimprimir/5_foladori_st.pdf

Vitale, L 1980. Ciencia y Ambiente. NUEVA SOCIEDAD NRO. 51 NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1980, PP. 59-68 P1- 6.

PNUD. 2015. Transformar nuestro mundo. LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.

ONU, 2015. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015 Res.70-1

Bresciano, D.; Costa, B; Miranda, Carolina 2006. Sociedad y Ambiente. Capítulo 3 23 – 27. En: Guía educativa sobre sustancias químicas y contaminantes orgánicos persistentes. DINAMA, InLatina. Montevideo 2006.

Gestión Ambiental en Sector Agropecuario

Kvolek, C. 2018. Gestión Ambiental Pecuaria. Aspectos teóricos prácticos de la Gestión Ambiental en Establecimientos Pecuarios con énfasis en el Manejo de efluentes y uso Agronómico de estiércol y efluentes. Primera edición. Buenos Aires Argentina. Orientación. P 140.

INALE, 2018 (Instituto Nacional de la Leche, UY) 2018. Impermeabilización de piletas de acumulación de efluentes de tambos. (en línea). Montevideo. 20 p. Consultado abril 2023. Disponible en https://www.inale.org/informes/impermeabilizacion-de-piletas-de-acumulacion-de-efluentes-de-tambos/

INALE, (Instituto Nacional de la Leche, UY) 2019. Criterios de aplicación de efluente a terreno y su implicancia práctica en el diseño e implementación. (en línea). Montevideo. 30 p. Consultado abril 2023. Disponible en https://www.inale.org/informes/criterios-de-aplicacion-de-efluente-a-terreno-y-su-implicancia-practica-en-el-diseno-e-implementacion/

INALE, (Instituto Nacional de la Leche, UY) 2020. Gestión ambiental para tambos con 50 o menos vacas en ordeñe. (en línea). Montevideo. 57 p. Consultado abril 2023. Disponible en https://www.inale.org/informes/gestion-ambiental-para-tambos-con-50-o-menos-vacas-en-ordene/

Rodríguez, M. 2020. Efluentes de Tambos en Uruguay. Antecedentes bibliográficos nacionales e información generada en Uruguay. (en línea). Montevideo. 19 p.

Montevideo, ONUDI- Proyecto Biovalor. Consultado abril 2023. Disponible en: https://www.inale.org/informes/efluentes-de-tambo-en-uruguay-antecedentes-bibliograficos-e-informacion-generada-en-uruguay-entre-1992-y-2020/

Rodríguez, M. 2020. Evaluación de alternativas de manejo de efluentes de tambos para contribuir al logro del plan de acción del PNA-Agro y las metas de la NDC de Uruguay.

CIRCULARIDAD DE NUTRIENTES EN PRODUCCIÓN DE LECHE EN URUGUAY. Sistemas de gestión de efluentes de tambo implementados por la academia y evaluados en un proyecto multi-institucional: estudio de casos. Reporte de resultados. (en línea).

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Montevideo. 41 p. Montevideo, ONUDI- Proyecto Biovalor. Consultado abril 2023. Disponible en: https://www.inale.org/informes/estudio-de-casos-de-los-sistemas-de-gestion-de-tambos-implementados-por-la-academia-2021/

INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2020. CIRCULARIDAD DE NUTRIENTES EN TAMBOS: estudio de casos de sistemas de gestión de efluentes (SGE). Equipo del Proyecto Circularidad de Nutrientes en Tambos. (en línea). Revista INIA - Nº 61. P 42- 46. Consultado abril 2023. Disponible en: file:///C:/Users/pc/Downloads/Nota%20revista%20INIA%20(2).pdf

Alegrette, M. 2020. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, ANTE LA APLICACIÓN DE EFLUENTES DE TAMBO CON DIFERENTES SISTEMAS DEGESTIÓN DE EFLUENTES. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.

MVOTMA. (Ministerio de Ordenamiento territorio y Medio Ambiente, UY). 2016. Manual para la gestión ambiental de tambos. (en línea). Montevideo. 84 p. Consultado abril 2023. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio ambiente/comunicacion/publicaciones/manual-para-gestion-ambiental-tambos.

MGAP. (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. UY). Manual de medidas exigibles para cultivos. (en línea). Montevideo. 7p. Consultado abril 2023. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/manual-medidas-exigibles-para-cultivos

CONAPROLE. (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, UY). 2018. Sistema de Gestión de Efluentes en el Tambo. (en línea). Montevideo. 35 p. Consultado abril 2023. Disponible en: https://www.sustentable.eleche.com.uy/biblioteca/

MVOTMA (Ministerio de ordenamiento territorial y medio ambiente. UY), MGAP, INIA, AUPCIN. 2017. Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias de establecimientos de engorde de bovinos a corral. Montevideo p 5. Consultado octubre 2023. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/guia-buenas-practicas-ambientales-sanitarias-establecimientos-engorde

Pordomingo, A. 2003. Gestión ambiental en el feedlot. INTA Anguil La Pampa Argentina p 90 Consultado octubre 2023. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/19-gestio_ambiental_feedlot.pdf

Tecnologías apropiadas Martí-Herrero J.; Pino M., Gallo-Mendoza L., Pedraza G. X., Rodríguez L., Víquez J. 2016. Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores de pequeña y mediana escala en LAC. (en línea). In: Redbiolac. Consultado abril de 2023. Disponible en https://www.beegroup-cimne.com/oportunidades-para-el-desarrollo-de-un-sector-sostenible-de-biodigestores-de-pequena-y-mediana-escala-en-lac/

Belcredi, G.; Davoine. F.; Ojeda, M.; García de Zuñiga; G., Pigola; P. ; Seoane; M. 2011. Tecnologías apropiadas: ¿construcción social o sólo otro tipo de determinismo tecnológico? (en línea). In: Congreso Iberoamericano de extensión universitaria (XI., 2011, Santa Fe, Argentina). Trabajo presentado. Universidad de la República. Consultado abril de 2023. Disponible en https://www.unl.edu.ar/iberoextension/dvd/archivos/ponencias/mesa1/tecnologias-apropiadas-const.pdf

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Universidad de los Andes, COL. 2007. Tecnología apropiada: Sus inicios en la Universidad de los Andes. Revista de Ingeniería. (en línea). Consultado abril de 2023. ISSN: 0121-4993. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121014223013

Thomas, H. 2012. Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. (en linea). Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación2 IESCT/UNQ CONICET. Consultado febrero de 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/268444428_Tecnologias_para_la_inclusion_social_en_America_Latina_de_las_tecnologias_apropiadas_a_los_sistemas_tecnologicos_sociales_Problemas_conceptuales_y_soluciones_estrategicas

MGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, UY). 2018. Catalogo más tecnologías segunda edición versión Presentación de proyecto Mas Tecnología (en línea). Montevideo. Consultado abril de 2023. Disponible en http://www.inia.uy/Documentos/Privados/Proyectos%20M%C3%A1s%20Tecnolog%C3%ADas%20para%20la%20Producci%C3%B3n%20Familiar/Documentos/Catalogo%20mas%20tecnologias%20segunda%20edici%C3%B3n%20versi%C3%B3n%20web.pdf

MGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, UY). 2018. Ejemplos de proyectos en lechería. Más Tecnología (en línea). Montevideo. Consultado abril de 2023. Disponible en http://www.inia.uy/Documentos/Privados/Proyectos%20M%C3%A1s%20Tecnolog%C3%ADas%20para%20la%20Producci%C3%B3n%20Familiar/Resultados/Resultados%20proyecto%20M%C3%A1s%20Tecnolog%C3%ADas%20Edici%C3%B3n%202-%20LECHER%C3%8DA.pdf

Enlaces de interés

Instituto Nacional de la Leche - https://www.inale.org

Biovalor - https://biovalor.gub.uy/que-es-biovalor/

Red de Biodigestores para Latino Américas y el Caribe http://redbiolac.org/

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria https://cipav.org.co/

Centro Uruguayo de Tecnologías Apropiadas es una Fundación independiente y sin fines de lucro https://www.ceuta.org.uy/

Enfoque de co-innovación – INIA - http://www.inia.uy/tecnolog%C3%ADas-por-sistemas/sistema-familiar/Sostenibilidad-de-los-sistemas-familiares/Enfoque-de-co- innovacion

https://ods.gub.uy/

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Clima y Agrometeorología		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Cartografía y Topografía Digital		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Clima y Agrometeorología aborda el medio atmosférico como componente fundamental del ambiente en el que se desarrollan los sistemas productivos y los recursos hídricos. El programa se organiza en nueve unidades temáticas que recorren el sistema climático, la radiación solar y el balance de energía, la temperatura del aire y del suelo, la fenología, las heladas, el agua en la atmósfera, las relaciones hídricas en el sistema suelo-planta-atmósfera y, finalmente, la variabilidad y el cambio climático.

El curso combina el desarrollo conceptual con el procesamiento de información agroclimática real: los estudiantes trabajan con series de datos de estaciones meteorológicas nacionales para caracterizar agroclimáticamente una zona, calcular la evapotranspiración potencial y elaborar balances hídricos, relacionando siempre los resultados obtenidos con el marco teórico de referencia.

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con clases expositivas y lecturas dirigidas; el eje de aplicación práctica se desarrolla mediante ejercicios de procesamiento de datos en planilla de cálculo, uso de bases de datos agroclimáticas y trabajo autónomo en la plataforma virtual.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante un panorama general sobre el clima y su relación con la agricultura. Pudiendo a partir de este curso interpretar información disponible para ser utilizada en los distintos sistemas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Generales:

- Comprender la importancia del medio atmosférico como integrante fundamental del ambiente donde se desarrollan los procesos vinculados a la agricultura en su acepción más general.
- Conocer los procesos fundamentales y las interacciones que tienen lugar en el medio atmosférico y que inciden decisivamente en la obtención de productos agrícolas.
- Manejar conceptos agrometeorológicos en el diagnóstico general de una situación determinada.
- Utilizar herramientas metodológicas que le sirvan de referencia para poder realizar un procesamiento adecuado a la circunstancia y una correcta interpretación de los resultados obtenidos.

Específicos:

- Establecer relaciones entre los resultados obtenidos en el procesamiento y el marco teórico de referencia.
- Interpretar la información disponible a efectos de llegar a caracterizar agroclimáticamente una zona.
- Aportar sus resultados e interpretaciones a una discusión general tendiente a caracterizar el país.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de manejar bases de datos agroclimáticas y de procesar series de información meteorológica.
- Capacidad de interpretar los procesos físicos que determinan la temperatura del aire y del suelo, la humedad atmosférica y la precipitación.
- Capacidad de calcular la evapotranspiración potencial y de elaborar e interpretar un balance hídrico como modelo agrometeorológico de aplicación múltiple.
- Capacidad de caracterizar agroclimáticamente una zona y de fundamentar recomendaciones a partir de esa caracterización.
- Capacidad de analizar críticamente la información disponible sobre variabilidad y cambio climático.
- Capacidad de comunicar los resultados obtenidos de forma clara y de integrarlos a la discusión colectiva.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Esta unidad curricular está muy estrechamente unida a otras unidades curriculares como Manejo de suelos, Hidrología, Manejo de Cultivos Bajo Riego, entre otras, por lo que la interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitara al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usara como insumo los conocimientos generados en otras unidades.

2.6. Contenidos mínimos:

Conocimientos básicos respecto a las características agroclimáticas de nuestro país y de las herramientas disponibles para analizar las futuras situaciones en las que sea necesario ubicar agroclimáticamente un sistema.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Evaluación Teórico Prácticos 70%

Evaluación Continua 30%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Participación en la plataforma virtual.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Sistema climático

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Identificar los componentes del sistema climático.

4.1.2 Listado de contenidos:

Definiciones básicas: Tiempo y Clima; Sistema Climático; Estructura y Composición de la Atmósfera; Formas de Transferencia de Energía.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros.

4.2 Unidad 2: Radiación solar y balance de energía

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Identificar y describir los mecanismos de transferencia de energía.

4.2.2 Listado de contenidos:

Describir y diferenciar la radiación solar, la radiación terrestre y la interacción de ambas con la atmósfera. Identificar los procesos a los cuales se destina la energía.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas, ejercicios prácticos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros.

4.3 Unidad 3: Temperatura del aire

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Describir los procesos físicos que operan determinando la temperatura del aire.

4.3.2 Listado de contenidos:

Explicar y fundamentar la evolución diaria y estacional de la temperatura del aire en nuestro país. Describir los principales indicadores climáticos de la temperatura del aire.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico.

4.4 Unidad 4: Temperatura del suelo

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Reconocer las propiedades térmicas que determinan el régimen de temperatura del suelo.

4.4.2 Listado de contenidos:

Describir y fundamentar el proceso de enfriamiento y calentamiento del suelo a nivel diario y estacional. Valorar el elemento temperatura del suelo dado su efecto en la agricultura.

4.4.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico, trabajo en plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Fenología

4.5.1 Objetivo de la unidad:

- Relacionar los eventos periódicos del clima con las fases del desarrollo de las plantas.

4.5.2 Listado de contenidos:

Relacionar los eventos periódicos, como la sucesión de fases y subperíodos que conforman el desarrollo de las plantas, con elementos del clima, principalmente índices derivados de la temperatura.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico.

4.6 Unidad 6: Heladas

4.6.1 Objetivo de la unidad:

- Comprender cómo actúan los factores que determinan la ocurrencia de heladas.

4.6.2 Listado de contenidos:

Definir el concepto de helada y valorar su importancia. Determinar el régimen agroclimático de un sitio.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica y ejercicios prácticos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica, material bibliográfico.

4.7 Unidad 7: Agua

4.7.1 Objetivo de la unidad:

- Analizar el Ciclo Hidrológico e identificar sus fases.

4.7.2 Listado de contenidos:

Valorar la humedad presente en el aire según sus consecuencias agronómicas y meteorológicas. Identificar distintas formas de expresión de la humedad del aire, su variación con la altura y la época del año. Describir y fundamentar el proceso de condensación y los mecanismos que

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

provocan precipitaciones en la atmósfera. Identificar el régimen de precipitaciones de nuestro país, su distribución espacial y temporal.

4.7.3 Principales actividades:

Clases teóricas y lecturas dirigidas.

4.7.4 Recursos disponibles:

Presentación teórica. Material bibliográfico.

4.8 Unidad 8: Relaciones hídricas en el sistema suelo-planta-atmósfera

4.8.1 Objetivos de la unidad:

- Analizar el efecto de la demanda atmosférica, el agua disponible en el suelo y la cobertura vegetal en el proceso de evapotranspiración.
- Reconocer en el balance hídrico un modelo agrometeorológico sencillo de aplicación múltiple.

4.8.2 Listado de contenidos:

Definir y analizar el concepto de evapotranspiración potencial. Reconocer metodologías que permitan analizar la variación y la interacción de la evapotranspiración, la demanda atmosférica y el agua disponible en el suelo (Balance Hídrico). Describir y analizar los factores que determinan la evapotranspiración máxima de un cultivo. Analizar el efecto de las deficiencias de agua del cultivo sobre la disminución en los rendimientos.

4.8.3 Principales actividades:

Clase teórica y ejercicios prácticos.

4.8.4 Recursos disponibles:

Presentaciones teóricas. Material bibliográfico.

4.9 Unidad 9: Variabilidad y cambio climático

4.9.1 Objetivo de la unidad:

- Generar capacidades que le permitan discriminar, criticar y analizar información sobre cambio climático y variabilidad climática.

4.9.2 Listado de contenidos:

Cambio climático y variabilidad climática.

4.9.3 Principales actividades:

Clase teórica,

4.9.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico.

V. Bibliografía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Barry R.G.; Chorley R.J. 1985. Atmósfera, Tiempo y Clima. Barcelona: Omega,. 500 p

El resto de la bibliografía se brindará durante el desarrollo de las unidades, y de acuerdo a las diferentes actividades de trabajo que se definan, se brindará bibliografía específica.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Laboratorio de Análisis Ambiental		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Química Ambiental		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	38	86
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Laboratorio de Análisis Ambiental se abordan aspectos teórico prácticos de a fin de orientar al estudiante en nociones básicas para la aplicación de técnicas de análisis fisicoquímico y biológico en matrices de agua y suelo. El estudiante manipulará equipos de toma

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

de muestras para análisis en campo y en laboratorio, siguiendo los procedimientos y normas de seguridad y buenas prácticas.
Durante la disciplina se interpretarán los resultados obtenidos, interrelacionando los conceptos con la teoría estudiada y se redactarán informes técnico-científico que permitan identificar, contrastar y valorar los resultados con las normativas y experiencias internacionales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito permitir que el estudiante se familiarice con actividades prácticas que serán parte de su realidad laboral, así como proporcionar herramientas para análisis, interpretación, toma de decisiones con foco en el control y monitoreo ambiental – agroindustrial.

2.3. Objetivo de aprendizaje:

- Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para que adquieran conocimientos y habilidades prácticas que le permitan desarrollar capacidades para interpretar fenómenos fisicoquímicos, biológicos en matrices de agua y suelo interrelacionando esto con las normativas y toma de decisiones *in situ*.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Conocimientos y habilidades para el manejo y manipulación de muestras en matrices agua – suelo.

Desarrollar habilidades en el manejo de instrumentos de laboratorio.

Habilidades para relevar e interpretar datos e información de interés.

Relacionar las respuestas obtenidas a las normas nacionales e internacionales.

Capacidad de analizar sistemas de matrices.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interrelación con otras unidades curriculares es fundamental para afianzar y facilitar conocimientos teóricos a ser aplicados. De esta forma este curso se integra íntegramente con otras unidades curriculares como son: Química General, Físico-Química, Química Ambiental, Manejo de Suelos, Microbiología Ambiental, Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay.

2.6. Contenidos mínimos:

Introducción al análisis ambiental y al proceso analítico: técnicas, métodos y calidad en química analítica. Toma, preparación y conservación de muestras; representatividad y plan de muestreo. Determinación de parámetros físicos del agua (temperatura, turbidez, sólidos totales, suspendidos, disueltos y sedimentables) y químicos (pH, conductividad, oxígeno disuelto, potencial redox, materia orgánica como DQO y DBO, cloruros, alcalinidad, dureza, nitrógeno y fósforo). Análisis microbiológico de agua y suelo: aerobios mesófilos totales, coliformes totales y fecales; bioindicadores de calidad de agua. Determinación de parámetros de calidad del suelo. Interpretación de resultados frente a la normativa nacional e internacional y elaboración de informes de laboratorio.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Prueba pre-laboratorio 30%

Informe de laboratorio 40%

Evaluación Continua 30%

Se valorará para la evaluación continua evaluaciones de tipo:

Formativa: durante el desarrollo de la asignatura con retroalimentación constante

Sumativa: En la práctica, los métodos y técnicas de enseñanzas brindan la oportunidad a los estudiantes de aprender haciendo.

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción al análisis ambiental

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el proceso analítico completo, desde la definición del problema ambiental hasta la emisión del resultado, y aplicar los criterios de representatividad en la toma, el submuestreo y la conservación de muestras.

4.1.2 Listado de contenidos:

- 1.1) Introducción al análisis ambiental. Problemática ambiental. Descripción del proceso analítico. Técnicas de análisis y métodos analíticos. Metodología analítica. Química Analítica y calidad.
- 1. 2) Toma y preparación de la muestra. Definición de muestra: representatividad y criterios de representatividad. Plan de muestreo. Submuestreo y conservación de muestras. Preparación de la muestra para el análisis.

4.1.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica; elaboración de un plan de muestreo; práctica de acondicionamiento, rotulado y conservación de muestras; normas de seguridad e higiene en el laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Laboratorio de análisis ambiental, materiales de muestreo y conservación, Standard Methods, normativa nacional, presentaciones de clase y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Parámetros físicos y químicos (I) del agua

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Determinar en laboratorio y en campo los parámetros físicos y los parámetros químicos básicos del agua, e interpretar los resultados obtenidos.

4.2.2 Listado de contenidos:

- 2.1) Determinación de parámetros físicos: Temperatura, turbidez, sólidos (totales, suspendidos, disueltos, sedimentables).
- 2.2) Determinación de parámetros químicos (I): pH, conductividad, oxígeno disuelto, potencial REDOX.

4.2.3 Principales actividades:

Prácticas de laboratorio de determinación de turbidez, series de sólidos, pH, conductividad, oxígeno disuelto y potencial redox; registro de datos y elaboración del informe.

4.2.4 Recursos disponibles:

Laboratorio de análisis ambiental: turbidímetro, estufa y mufla, balanza analítica, pH-metro, conductímetro, oxímetro y sonda multiparamétrica; guías de práctico.

4.3 Unidad 3: Parámetros químicos (II) del agua

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Determinar la materia orgánica y los principales iones y nutrientes presentes en el agua, y relacionar los resultados con la calidad del recurso y con los procesos de tratamiento.

4.3.2 Listado de contenidos:

- 3.1) Determinación de parámetros químicos (II): Materia orgánica (DQO, DBO), cloruros, alcalinidad, dureza. nutrientes (nitrógeno y fósforo).

4.3.3 Principales actividades:

Prácticas de laboratorio de DQO, DBO, cloruros, alcalinidad, dureza y determinación de nitrógeno y fósforo; procesamiento de datos e informe.

4.3.4 Recursos disponibles:

Laboratorio de análisis ambiental: digestor de DQO, incubadora de DBO, espectrofotómetro, material volumétrico y reactivos; guías de práctico y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Análisis microbiológico de muestras de agua y suelo

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Determinar y cuantificar la presencia de microorganismos indicadores en muestras de agua y suelo, y valorar el uso de bioindicadores en el monitoreo de la calidad del agua.

4.4.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 4.1) Determinar y cuantificar la presencia de microorganismos aerobios mesófilos totales, coliformes totales y fecales en muestras de agua y suelo.
- 4.2) Bioindicadores: Alternativas de monitoreo de calidad de aguas

4.4.3 Principales actividades:

Prácticas de laboratorio de siembra, incubación y recuento; identificación de bioindicadores; interpretación de resultados frente a la normativa vigente.

4.4.4 Recursos disponibles:

Laboratorio de microbiología: estufa de cultivo, autoclave, campana de flujo, medios de cultivo, microscopio y material estéril; guías de práctico.

4.5 Unidad 5: Calidad del suelo

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Determinar los principales parámetros de calidad del suelo e interpretar los resultados en función del uso y manejo del recurso.

4.5.2 Listado de contenidos:

Determinación de parámetros en suelo: pH, conductividad, humedad, densidad, textura, fosforo disponible.

4.5.3 Principales actividades:

Prácticas de laboratorio de determinación de pH, conductividad, humedad, densidad, textura y fósforo disponible; elaboración del informe final integrador.

4.5.4 Recursos disponibles:

Laboratorio de suelos: estufa, balanza, pH-metro, conductímetro, tamices, densímetro y espectrofotómetro; guías de práctico y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Técnicas Analíticas de Contaminantes Químicos. M.A. Sogorb Sanchez, E. Vilanova Gisbert. Ed. Díaz de Santos, Madrid 2004.

Fundamentos de Química Analítica. Skoog, West, Holler, Crouch. 8a edición, Thomson, Madrid, 2004.

Introducción al Análisis Instrumental. L. Hernández, C. González. Ariel Ciencia, Barcelona, 2002.

Análisis Instrumental. I. Sierra, D. Perez, S. Gomez, S. Morante. Netbiblo, La Coruña, 2010.

Manual de Procedimientos de Análisis para Ciencias Ambientales. M.G. Bagur-González, O. Ballesteros García, J.F. Fernández Sánchez, M. del Olmo Iruela. Técnica AVICAM, Granada, 2019.

Practical Environmental Analysis. M. Radojevic, V.N. Bashkin. RSC Publishing, Cambridge, 2006.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

BICUDO, C. E; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. 2ª ed. São Carlos: Rima Editora. 2006

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. Nicholas P. Cheremisinoff, Butterworth-Heinemann, 2002

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador IV		
Ubicación en el Plan de Estudios	Cuarto Semestre		
Previas	Todas las Ucs del semestre 3		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador IV tiene como objetivo promover la integración de los conocimientos prácticos y académicos, la investigación participativa y la intervención situando al alumno en escenarios reales, en permanente contacto con el medio dónde realizará su trabajo profesional, logrando incorporar el saber, el saber ser y el saber hacer. Las actividades serán realizadas en formato semipresencial, con encuentros presenciales dos veces al mes. Lo virtual se compone de actividades sincrónicas los viernes en el horario de clase, y asincrónicas (manejo autónomo del tiempo). La metodología de aprendizaje se basa en el trabajo en grupo, presentaciones orales y escritas, evaluación de pares, además del trabajo individual. Se incluye una componente significativa de trabajo en Aprendizaje

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Basado en Proyectos (ABP) para involucrar contenidos de diferentes unidades curriculares del semestre. La instancia de ABP de la unidad curricular se utiliza para desarrollar la evaluación de competencias intermedia de la carrera.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivo de aprendizaje:

- La unidad curricular Proyecto Integrador IV propone como objetivo general desarrollar las habilidades necesarias para diseñar y formular proyectos que vinculen diferentes disciplinas de la carrera.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica de campo donde se pretende que el alumno sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas, realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador IV genera un espacio de intercambio entre las diferentes unidades curriculares del semestre de manera de relacionar sus contenidos y abordajes metodológicos. Busca que se logren incorporar las herramientas complementarias que demandan las diferentes unidades curriculares a partir de instancias de trabajo conjuntas.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador IV y herramientas de organización del trabajo
Unidad 2: Desarrollo de proyecto integrado con las unidades curriculares del semestre
Unidad 3: Salidas de campo y actividades asociadas.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios:

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.

Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación:

Se utilizará como evaluación la Fórmula 4, la participación en trabajo se compone de distintas pautas tanto grupales como individuales, el trabajo entregado corresponde a un microproyecto que se debe entregar al final del curso.

Participación en trabajo: 70 % (Informes, actividades en clase, participación oral, asistencia, salidas de campo).

Trabajo entregado: 30 % (entrega final)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador IV y herramientas de organización del trabajo

Presentación de la unidad curricular Proyecto Integrador IV, del equipo docente, de los contenidos previstos para trabajar durante el semestre. Se plantean formatos de cronograma de trabajo y de organización del trabajo para visualizar la organización del semestre.

Se trabaja en una entrega utilizando herramientas de organización y planificación del trabajo.

4.2 Unidad 2: Desarrollo de proyecto integrado con las unidades curriculares del semestre

Se trabaja en formato de ABP en conjunto con otras unidades curriculares del semestre. Se utiliza el marco de trabajo para desarrollar la Evaluación de Competencias Intermedia del tramo de Tecnólogo de la carrera.

La implementación de la tarea de ABP incluye entregas individuales o grupales con avances en diferentes etapas.

Se incorporan instancias de presentación y evaluación relacionadas con el trabajo planteado de ABP así como también la entrega final de la unidad curricular.

4.3 Unidad 3: Salidas de campo y actividades asociadas

Se realizan salidas de campo en conjunto con diferentes unidades curriculares. Las salidas abordan diferentes temáticas y formatos de entregas de distinto tipo.

Las entregas individuales y grupales implican tareas tanto previo como posterior a las salidas y se incorporan como parte de la participación en trabajo.

V. Bibliografía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Guía para la presentación de tesis y trabajos finales de posgradohttp://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/guia_tesis_posgrados_julio_2012.pdf

Manual para el manejo de Efluentes de tambos. MGAP-PPR y Fundación Ricaldoni. 2008.En http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,mgap-institucional,mgap-ampliacion-llamados,O,es,0,PAG;CONC;599;3;D;documentos-de-interes;0;PAG

Manual para estudiantes y docentes de posgrados. Http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/manual_posgrados_junio_2012.pdf

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Bibliografía complementaria Tesis Disponibles en http://biblioteca.fagro.edu.uy/catalogo.php

SEMESTRE 5

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Biotecnología Ambiental
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre
Previas	Microbiología Ambiental
Carácter	Obligatoria

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	56	120
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Biotecnología ambiental consiste en 7 unidades temáticas en los que se presenta una revisión y análisis de los conceptos básicos, diferentes sistemas donde se aplican soluciones de biotecnología ambiental, la microbiología asociado a los mismos y métodos disponibles para su estudio.

Se hará hincapié en el funcionamiento de los sistemas y la microbiología de los procesos, como monitorearlos y en cómo resolver problemas asociados a la operación de los mismos.

Se presentarán conceptos de economía circular, sustentabilidad y valorización de residuos.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad tiene como propósito brindar al estudiante los conceptos sobre sistemas biotecnológicos con aplicación ambiental, su funcionamiento, la microbiología asociada, su control y monitoreo.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funcionan los diversos sistemas biotecnoloógicos utilizados para tratamiento de efluentes, residuos sólidos y contaminación ambiental.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Aportar los conocimientos básicos respecto procedimientos y métodos de trabajo de la materia. Desarrollar los conceptos fundamentales que explican los procesos biotecnológicos y su monitoreo. Desarrollar el concepto de ecología microbiana y los métodos para su estudio

Familiarizar al estudiante con el manejo de metodologías de trabajo.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares del semestre facilitará al estudiante afianzar los conceptos dados en clase. Por lo tanto, esta unidad usara como insumo los conocimientos generados en otras unidades. En particular es muy importante la interacción con la unidad Microbiología ambiental.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Conceptos generales de la biotecnología ambiental.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Unidad 2: Ecología microbiana.

Unidad 3: Microbiología de Sistemas de tratamiento de efluentes y residuos sólidos.

Unidad 4: Bioenergía.

Unidad 5: Biorremediación de suelos y aguas contaminadas.

Unidad 6: Biotecnología ambiental con microorganismos eucariotas.

Unidad 7: Biotecnología ambiental y desarrollo sostenible.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Primer Parcial 30%

Segundo Parcial 30%

Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma (utilización de materiales, foros, evaluaciones)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Conceptos generales de la biotecnología ambiental

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Definir la Biotecnología e introducir a Biotecnología ambiental.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción. Definición y conceptos de Biotecnología. Breve evolución histórica de la Biotecnología y objetivos que persigue y ámbitos de aplicación.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Ecología microbiana

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender la importancia de las comunidades microbianas y la relación con el ambiente.
- Comprender los métodos utilizados en ecología microbiana.

4.2.2 Listado de contenidos:

Comunidades microbianas: Diversidad, composición y dinámica. Índices de diversidad.
Métodos para el estudio de comunidades microbianas: cultivo y aislamiento, recuento, microscopía, respirometría, determinación de actividades metabólicas, técnicas moleculares (PCR, secuenciación). Técnicas moleculares aplicadas al seguimiento y monitoreo de plantas de tratamiento de efluentes: FISH, q-PCR, secuenciación masiva del gen de ARNr 16S. Metagenómica.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.2.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Microbiología de Sistemas de tratamiento de efluentes y residuos sólidos

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Comprender el rol de los microorganismos en los sistemas de tratamiento de efluentes.

4.3.2 Listado de contenidos:

Sistemas anaerobios. Digestión anaerobia de la materia orgánica. Arqueas metanogénicas. Sintrofismo. Respiración anaerobia. Fermentación. Monitoreo, parámetros operacionales y problemas de operación relacionados con la microbiología del proceso. Determinación de actividad metanogénica (AME) y Potencial Bioquímico de Metano (PMB).

Remoción biológica de nitrógeno. Bacterias y arqueas oxidadoras de amonio, bacterias oxidadoras de nitrito, bacterias comammox, bacterias anammox, bacterias desntrificantes. Monitoreo, parámetros operacionales y problemas de operación relacionados con la microbiología del proceso. Determinación de actividad nitrificante y desnitrificante.
Remoción biológica de fósforo. Proceso EBPR. Bacterias acumuladoras de fosfato (PAO). Monitoreo, parámetros operacionales y problemas de operación relacionados con la microbiología del proceso

Sistemas aerobios. Microbiología de sistemas aerobios. Respiración. Bacterias filamentosas y formadoras de flóculos en Sistemas de Lodos Activados. Determinación de Índice del Lodo.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Monitoreo, parámetros y problemas de operación relacionados con la microbiología. Tratamiento de lodos y residuos sólidos: Compostaje. Digestión aerobia de lodos.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas. Práctica de laboratorio: Índice de lodos. Práctica de laboratorio: Respirometría.

4.3.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual. Datos de análisis PBM, AME, respirometrías para analizar

4.4 Unidad 4: Bioenergía

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Comprender las diferentes bioenergías, como se producen y su principal uso

4.4.2 Listado de contenidos:

Energía a partir de combustión de biomasa

Biocombustibles líquidos (Bioetanol, biodiesel)

Biocombustibles gaseosos (Biogas, Biometano, Biohidrógeno)

Sistemas bioelectroquímicos y otros sistemas avanzados.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas. Práctica de laboratorio: Índice de lodos. Práctica de laboratorio: Respirometría.

4.4.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual. Datos de análisis PBM, AME, respirometrías para analizar

4.5 Unidad 5: Biorremediación de suelos y aguas contaminadas

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Aplicar estrategias de biorremediación y mecanismos de acción de los microorganismos.

4.5.2 Listado de contenidos:

Biorremediación: Conceptos. Mecanismos microbianos: Bioacumulación, bioadsorción, biotransformación, biomineralización.

Tipos de biorremediación: Clasificación según el contaminante y el sitio.

Estrategias de biorremediación: Ex-situ: land-farming, biopilas. In-situ: Bioestimulación y bioaumentación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Biorremediación de la contaminación por compuestos xenobióticos e hidrocaburos.

Biorremediación de la contaminación por metales pesados

Fitorremediación y otras biorremediaciones

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.5.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Biotecnología ambiental con microorganismos eucariotas

4.6.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer biotecnologías ambientales utilizando organismos eucariotas

4.6.2 Listado de contenidos:

Biotecnologías asociadas a microalgas.

Biotecnologías asociadas a hongos y levaduras.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas.

4.6.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

4.7 Unidad 7: Biotecnología ambiental y desarrollo sostenible

4.7.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer el concepto de biorrefinerías y la relación de biotecnología ambiental con el desarrollo sostenible.

4.7.2 Listado de contenidos:

Concepto de biorefinería y economía circular. Bioplásticos. Fertilizantes e insecticidas de origen microbiano. Otros productos: ej pigmentos, alimentos. Otras biotecnologías ambientales

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica y lecturas dirigidas

4.7.4 Recursos disponibles:

Cañón, Proyector, Revistas de ciencias, Libros, plataforma virtual.

V. Bibliografía

No hay un libro de referencia específico para todo el curso. Se recomiendan los siguientes:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Microbial Biotechnology Fundamentals of Applied Microbiology Alexander N. Glazer, BerkeleyHiroshi Nikaido, 2007. Cambridge University Press

Biotecnología ambiental, Francisco Castillo Rodríguez, Editorial Tebar, 2005. ISBN 8473602110, 9788473602112
2nd Edition. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies.

Nicholas P. Cheremisinoff, Butterworth-Heinemann, 2002

Métodos experimentales para el tratamiento de aguas residuales Carlos M Lopez Vazquez, Carlos Menéndez Gutierrez, Cheikh Fall. IWA publishing 2019

Tratamiento biológico de aguas residuales Carlos M Lopez Vazquez, Germán Buitrón, Héctor A. García, Francisco J Fernandez Carrillo. IWA publishing 2017
Brock, biología de los microorganismos. Madigan M, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP (2009)., 12ª ed., Pearson Educación SA
Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental, de Atlas y Bartha, 4ta ed. Biotecnología ambiental. Francisco Castillo Rodríguez. Editorial Tebar, 2005

Manual of environmental microbiology. Marylynn V. Yates. Fourth edition. ASM press. Washington DC.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Metodología de la Investigación
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre
Previas	Introducción a la Gestión Ambiental
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Descripción de los saberes a desarrollar: Adquirir fundamentos metodológicos y científicos que le permitan a los estudiantes conformar un pensamiento crítico, proactivo e innovador, sobre la base de una plena vinculación de la teoría con la práctica durante un estudio o proceso científico.

La unidad curricular espera proporcionar a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para llevar a cabo investigaciones rigurosas, efectivas y éticas. Esto implica que el estudiante sea capaz de comprender los fundamentos teóricos y prácticos de la investigación científica, así como aplicarlos en el diseño y desarrollo de proyectos de investigación en su campo de estudio. Y, sobre todo, dominar la estructura y formato de los documentos científicos necesarios en el entorno académico, que le permitan avanzar en su formación en las instancias subsecuentes de la carrera.

Modelo Metodológico: El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante dos ejes principales: eje teórico y eje de aplicación práctica. Cada uno de estos ejes será abordado con metodologías específicas que permitan el desarrollo profesional y personal del estudiante de una forma integradora.

i. Eje teórico: Este eje será abordado en el salón de clase, utilizando diferentes recursos que permitan que el estudiante acompañe y asimile los conceptos teóricos/prácticos asociados a la unidad. Las clases serán dictadas a través de charlas expositivas utilizando pizarra, diapositivas, videos, lecturas dinámicas, talleres, entre otros recursos pedagógicos pertinentes, dando énfasis tanto a la teoría como a la aplicación de la misma en las resoluciones de diversos problemas didácticos y reales. Se pondrá a disposición del estudiante diferentes materiales utilizados como base teórica, así como materiales complementares conteniendo conceptos básicos a avanzados, a través de las plataformas virtuales como Moodle o vía mail.

ii. Eje de Aplicación Práctica: Este eje se desarrollará en clase y también con tareas autónomas propuestas a lo largo del semestre. En este momento del proceso de enseñanza, el estudiante deberá ejercitar los conceptos teóricos a través de actividades individuales y en grupo en diferentes abordajes, como cuestionarios, lecturas, lluvia de ideas, elaboración de textos, resúmenes y artículos, seminarios, foros de debate y otras actividades que apoyen a la consolidación de los fundamentos teóricos/prácticos tratados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Metodología de la Investigación habilita al egresado a producir conocimiento propio y a fundamentar técnicamente sus decisiones. Aporta de forma directa al Área de Dominio 5 del tramo Ingeniería —investigar, innovar y desarrollar emprendimientos de base científica, tecnológica e ingenieril— y, en el tramo Tecnólogo/a, sostiene la elaboración del Trabajo Final de Tecnólogo/a. Brinda además las herramientas de búsqueda, análisis crítico de fuentes y

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

redacción científica que el profesional necesita para elaborar informes técnicos, memorias de proyecto y publicaciones.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Se espera que al finalizar la unidad el estudiante adquiera los siguientes conocimientos:

- Principios éticos y paradigmas que rigen la investigación científica: El estudiante deberá ser capaz de aplicarlos en la realización de su propia investigación;
- Identificación y formulación de problemas de investigación: El estudiante deberá ser capaz de identificar problemas relevantes del sector y formular preguntas de investigación claras y precisas;
- Diseño de investigación: El estudiante deberá conocer las diferentes técnicas y métodos de investigación, y ser capaz de seleccionar el enfoque adecuado para abordar el problema de investigación planteado;
- Recopilación y análisis de datos: El estudiante deberá ser capaz de recopilar datos relevantes y realizar un análisis riguroso y adecuado de los mismos; - Interpretación de resultados: El estudiante deberá ser capaz de interpretar los resultados de la investigación de manera objetiva y fundamentada, y ser capaz de relacionarlos con las teorías y conceptos relevantes de la carrera; - Redacción de informes y presentación de resultados: El estudiante deberá ser capaz de comunicar los resultados de la investigación de manera clara y efectiva, tanto por escrito como de forma oral.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de identificar y formular problemas de investigación relevantes para el sector del agua y el ambiente.
- Capacidad de seleccionar y justificar un diseño de investigación (cuantitativo, cualitativo o mixto) adecuado al problema planteado.
- Capacidad de recopilar, sistematizar y analizar datos con rigor metodológico.
- Capacidad de interpretar resultados de forma objetiva y fundamentada, relacionándolos con el marco teórico.
- Capacidad de redacción científica y de comunicación oral y escrita de resultados, con manejo de normas de citación.
- Actitud ética y responsable en el proceso de investigación, incluyendo la integridad académica y el tratamiento adecuado de las fuentes.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Los conceptos abordados en esta unidad se relacionan con gran parte de las temáticas tratadas en la carrera, más precisamente desde el desarrollo de soluciones bajo una perspectiva científica, apoyándose en criterios y metodologías de investigación.

Se apoya en Estadística I para el tratamiento de datos y se articula estrechamente con Proyecto Integrador V y VI, en los que el estudiante aplica lo aprendido en la elaboración del Trabajo Final de Tecnólogo/a. Es antecedente de Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos y de los Proyectos Integradores del tramo Ingeniería.

2.6. Contenidos mínimos:

La investigación científica en el contexto de la innovación tecnológica: caracterización del conocimiento científico, ética de la investigación, paradigmas y etapas del proceso de investigación. Enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto: características, diferencias y

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

aplicabilidad. Proceso de la investigación cuantitativa: planteamiento del problema, perspectiva teórica, alcance, hipótesis, diseño, muestra, recolección y análisis de datos y reporte de resultados. Proceso de la investigación cualitativa: planteamiento, revisión de la literatura, muestreo, recolección y análisis de datos, diseños y reporte. Proceso de la investigación mixta: naturaleza, fundamentos, ventajas, retos y diseños. Redacción científica y normas de citación.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

Primera evaluación = 30%

Elaboración de artículo

Segunda evaluación = 30%

Elaboración de artículo

Evaluación continua = 40%

Actividades realizadas durante las clases y autónomas

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: La investigación científica en el contexto de la Innovación Tecnológica. La ética de la investigación tecnológica. Paradigmas de la investigación.

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Definir la investigación científica como una actividad generadora del conocimiento científico, así como su impacto en el desarrollo de la innovación tecnológica.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Caracterización general del conocimiento científico, sus elementos.
- Objeto de estudio e importancia de la Metodología de la Investigación.
- Aspectos fundamentales de la ética de investigación tecnológica.
- Paradigmas de investigación.
- Las etapas del proceso de investigación científica.
- Redacción científica.

4.1.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.2 Unidad 2: Enfoques cuantitativo y cualitativo de la investigación científica

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Definir el enfoque cuantitativo y cualitativo, a través del estudio de sus características y diferencias.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Definición de investigación.
- Características del proceso cuantitativo.
- Características del proceso cuantitativo.
- Diferencia entre los enfoques.
- Aplicabilidad de los enfoques.
- Redacción científica.

4.2.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.3 Unidad 3: Proceso de la investigación cuantitativa

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Utilizar la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Planteamiento cuantitativo del problema.
- Desarrollo de la perspectiva teórica.
- Definición del alcance de la investigación: Exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.
- Formulación de hipótesis.
- Concepción del diseño de la investigación.
- Selección de la muestra.
- Recolección de datos cuantitativos.
- Análisis de datos cuantitativos.
- Reporte de resultados del proceso cuantitativo.
- Redacción científica.

4.3.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.4 Unidad 4: Proceso de la investigación cualitativa

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Utilizar la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

4.4.2 Listado de contenidos:

- El inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo.
- Muestreo en la investigación cualitativa.
- Recolección y análisis de los datos cualitativos.
- Diseños del proceso de investigación cualitativa.
- Reporte de resultados del proceso cualitativo.
- Redacción científica.

4.4.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.5 Unidad 5: Proceso de la investigación mixta

4.5.1 Objetivo de la unidad:

- Utilizar el enfoque mixto de la investigación, que implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o investigación para responder a un planteamiento del problema.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Esencia del enfoque mixto (naturaleza, fundamentos, ventajas y retos).
- Comprender los procesos de la investigación mixta.
- Plantear un problema de investigación bajo la aproximación mixta.
- Conocer las principales propuestas de diseños mixtos que han emergido.
- Redacción científica.

4.5.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Hernández Sampieri, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. 2ª. ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2014.

Guillermina Baena Paz (2002). Metodologia De La Investigacion. 02400, Mexico: Grupo Patria Cultural

Adicionales:

Cegarra Sánchez, José (2004) Metodología de la investigación científica y tecnológica. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 351 p.

Sautu, Ruth. (2005) Todo es teoría: objetivos y métodos de investigación. - la ed. - Buenos Aires : Lumiere,. 180p. 2

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Efluentes y Residuos
Ubicación en el Plan de Estudios	Semestre V
Previas	Sistemas Productivos y Medio Ambiente / Laboratorio de Análisis Ambiental
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	56	120
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Unidad Curricular (UC) de Efluentes y Residuos está conformada por 7 unidades temáticas, que abordan los procesos principales de la generación, gestión, tratamiento y valorización de efluentes y residuos agropecuarios, industriales y domiciliarios. Pretende brindar conocimientos y herramientas para un correcto diagnóstico de los procesos productivos que se desarrollan en una actividad, enfocándose en el estudio cualitativo y cuantitativo de los efluentes y residuos generados. Además, la UC introduce al estudiante en los procesos y tecnologías de tratamiento y valorización de efluentes, así como en la gestión de residuos sólidos. Por último, el trabajo en equipo para resolver problemas reales y la evaluación de los proyectos entre pares, pretenden brindar afianzar las competencias transversales requeridas para su desempeño laboral.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos, así como el tratamiento y valorización de los efluentes y residuos sólidos generados en las actividades económicas. En este contexto, esta UC busca fortalecer los conocimientos ya adquiridos en las áreas de la química ambiental, sostenibilidad, gestión ambiental y procesos productivos, integrándolos para el entendimiento de las características de los efluentes y residuos que permitan su aprovechamiento. Esto resulta ser fundamental para desarrollar, diseñar, operar y mantener tecnologías que permitan avanzar en el cuidado de los recursos naturales, la economía circular y el desarrollo sostenible.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El curso tiene como objetivo que el estudiante tenga la capacidad de entender los procesos productivos que generan los efluentes y residuos, determinar las características cualitativas y cuantitativas de estos para cada caso en particular. Además, se plantean los objetivos del tratamiento y valorización de los desechos que permiten aumentar la rentabilidad de los procesos productivos y el cumplimiento de la normativa, así como se describen los principales conceptos fisicoquímicos y biológicos que hay detrás de las tecnologías de tratamiento y valorización de los desechos. También, pretende aportar al desarrollo de las competencias trasversales del estudiante, como la toma de decisiones, comunicación, trabajo en equipo y pensamiento crítico.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Evaluar procesos productivos específicos para identificar los efluentes y residuos generados, identificando sus características cualitativas y cuantitativas, así como las exigencias para la disposición adecuada en el ambiente según lo establecido por la normativa.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Entender los procesos de manejo, tratamiento y valorización de efluentes y residuos, con el objetivo de operar y mantener de forma adecuada las tecnologías que han sido implementadas, considerando aspectos ambientales y económicos.

Medir, estimar, recopilar información e interpretar resultados de laboratorio de efluentes y residuos con el objetivo de plantear alternativas lógicas para su remediación y aprovechamiento.

Realizar balances de masa de un sistema y entender los conceptos básicos de la cinética de los procesos con el objetivo de sentar las bases para el entendimiento de la ingeniería de procesos vinculados al tratamiento de efluentes y residuos.

Adquirir capacidades que le permitan predecir el comportamiento de procesos de tratamiento biológico, así como el impacto que tendrán factores externos en el desempeño de las tecnologías.

Promover un pensamiento creativo y crítico de los estudiantes, a través de debates sobre los distintos temas de la asignatura, que permitan vislumbrar soluciones integradas para estas problemáticas.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás UC de la carrera es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos aquí trabajados. Se requiere contar con la aprobación de las UC de Introducción a la Gestión Ambiental y de Laboratorio de Análisis Ambiental, dictadas en el semestre anterior, para cursar Efluentes y Residuos. Sin embargo, los estudiantes deberán contar además con conocimientos en las áreas de matemática, física, química y biológica, así como de sistemas de producción.

Por otro lado, la aprobación de esta UC es requerida para cursar “Operación y mantenimiento de plantas de potabilización y tratamiento” y “Operación y procesos unitarios” a dictarse en el próximo semestre. Además, los conocimientos aprendidos en este curso también servirán de base en diversas asignaturas a lo largo de la carrera, como por ejemplo las UCs de “Ingeniería de procesos”, “Cinética y cálculo de reactores” y “Diseño de plantas de tratamiento de efluentes y residuos”, entre otras.

2.6. Contenidos mínimos:

Los principales temas que abarca la Unidad Curricular son los siguientes.
UNIDAD 1 - Introducción a los efluentes y residuos

TEMA 1. Introducción al curso.

TEMA 2. Conceptos iniciales sobre efluentes y residuos

TEMA 3. Economía circular y desarrollo sostenible

UNIDAD 2 - Generación de efluentes y residuos agropecuarios, industriales y domiciliarios
TEMA 4. Carga, concentración y caudal

TEMA 5. Balance de masas sin procesos de transformación

TEMA 6. Medición y estimación de la cantidad y calidad de efluentes y residuos generados

TEMA 7. Composición de los efluentes y residuos según origen

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

UNIDAD 3 - Residuos agropecuarios, industriales y urbanos

TEMA 8. Clasificación y gestión de residuos

TEMA 9. Tratamiento y valorización de residuos

UNIDAD 4 - Efluentes agropecuarios, industriales y domiciliarios

TEMA 10. Manejo vs Tratamiento

TEMA 11. Manejo de efluentes agropecuarios

TEMA 12. Tratamiento de efluentes

UNIDAD 5 - Emisiones gaseosas

TEMA 13. Gases de efecto invernadero

TEMA 14. Tratamiento y purificación de gases

UNIDAD 6 - Bioprocesos de tratamiento de efluentes y residuos

TEMA 15 - Introducción a biorreactores

TEMA 16 - Parámetros de control de bioprocesos

TEMA 17 - Cinética de degradación de materia orgánica

TEMA 18 - Balance de masas con procesos de transformación

UNIDAD 7 - Proyectos

ACTIVIDAD 1 - Inicio de Proyectos

ACTIVIDAD 2 - Entregas intermedias

ACTIVIDAD 3 - Entregas finales

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Comprende los procesos que generan los efluentes y residuos, puede medir y estimar la cantidad producida por la actividad, así como determinar sus características fisicoquímicas.

Cuenta con la capacidad de analizar, sintetizar, argumentar y transmitir los conocimientos adquiridos, donde la comunicación se da forma apropiada, utilizando lenguaje oral y escrito, tanto técnico como general.

Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos.

Propone soluciones viables y originales para dar solución a problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en el curso o indaga en información bibliográfica de forma adecuada.

Interpreta correctamente datos experimentales y los respalda con una adecuada fundamentación teórica.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 024/DE/2020, adoptando el sistema de calificación SCP2.

Evaluaciones escritas = 60%

Primer parcial = 30%

Segundo parcial = 30%

Evaluación continua = 40%

Desempeño en clase = 10%

Entrega de trabajos en plataformas virtuales = 30%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a los efluentes y residuos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Presentar los integrantes de la UC (estudiantes y docentes) e introducir a los estudiantes al programa, cronograma, planificación de actividades, bibliografía, inicio de proyectos y la evaluación del curso.
- Definir los términos a utilizar en la UC y conocer los conceptos relacionados a la generación y composición de efluentes y residuos derivados de las actividades agropecuarias, industriales y domiciliarias y el impacto que estos generan en el ambiente.
- Establecer las herramientas que permitan una correcta selección de las tecnologías apropiadas para la gestión, tratamiento y disposición de efluentes y residuos, en base a los requerimientos definidos por la normativa y la sostenibilidad de las actividades económicas. Introducir los conceptos de Economía Circular y Desarrollo Sostenible, así como su conexión con los efluentes y residuos.

4.1.2 Listado de contenidos:

TEMA 1. Introducción al curso

Presentación de los estudiantes y docentes, programa, cronograma, planificación de actividades, bibliografía, inicio de proyectos y evaluación de la UC.

TEMA 2. Conceptos iniciales sobre efluentes y residuos

Composición de efluentes y residuos. Generación e impacto ambiental. Tecnologías en base a los requerimientos. Diagrama de flujos de procesos. Layout.

TEMA 3. Economía circular y desarrollo sostenible

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Economía circular y valorización. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Evaluación del impacto en los ODS.

4.1.3 Principales actividades:

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos.

4.1.4 Recursos disponibles:

- Libros, guías, manuales y artículos científicos.
- Videos, softwares y plataformas digitales.
- Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.2 Unidad 2: Generación de efluentes y residuos agropecuarios, industriales y domiciliarios

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Establecer el concepto de carga y conservación de la masa, introduciendo el concepto de balance de masas. Además, se pretende conocer las fuentes de generación de efluentes y residuos en los sectores agropecuarios, industriales y domiciliarios, así como brindar las herramientas necesarias para realizar una correcta medición o estimación de las cantidades generadas en un establecimiento productivo. Adicionalmente, se observarán las características de distintos efluentes y residuos, observando tendencias en la composición de los mismos según la actividad o proceso en el que se generan.

4.2.2 Listado de contenidos:

TEMA 4. Carga, concentración y caudal

Definición de concentración. Definición de caudal. Definición de carga. Cálculo de cargas.

TEMA 5. Balance de masas sin procesos de transformación

Definición y aplicaciones. Balance de masa total y de componentes. Mezcla de corrientes de residuos y efluentes. Procedimiento de cálculo. Ejercicios.

TEMA 6. Medición y estimación de la cantidad y calidad de efluentes y residuos generados.

Medir vs Estimar vs Recopilar. Medición y análisis de laboratorio. Estimación en base a variables operativas de sistemas de producción agropecuarios e industriales. Caracterización cualitativa y cuantitativa de aguas residuales domiciliarias y residuos urbanos. Recopilación de datos bibliográficos.

TEMA 7. Composición de efluentes y residuos según origen

Variabilidad cualitativa y cuantitativa de efluentes y residuos. Comparación de la generación de efluentes y residuos en base a sector de actividad, ubicación geográfica, perfil socioeconómico y escala productiva.

4.2.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos, se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales en clases presenciales, y se realizarán actividades grupales de forma virtual.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, *softwares* y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.3 Unidad 3: Residuos agropecuarios, industriales y urbanos

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Describir los residuos generados en los sectores agropecuarios e industriales, así como los residuos sólidos urbanos, enfocándose en sus características fisicoquímicas y en la categorización de estos definida por la normativa nacional.
- Orientar acerca de las tecnologías para la gestión, tratamiento, valorización y disposición final de residuos, y en la selección de la más apropiada a las condiciones específicas teniendo en cuenta las implicancias ambientales, sociales y económicas de su implementación.

4.3.2 Listado de contenidos:

TEMA 8. Clasificación y gestión de residuos

Gestión de residuos y normativa. Categorización de residuos. Almacenamiento.

Acondicionamiento. Transporte. Disposición final.

TEMA 9. Tratamiento y valorización de residuos

Tecnologías de tratamiento y valorización. Compostaje. Digestión anaerobia.

Combustibles alternativos. Materiales alternativos. Alternativas avanzadas.

4.3.3 Principales actividades:

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, softwares y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.4 Unidad 4: Efluentes agropecuarios, industriales y domiciliarios

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Definir los conceptos principales detrás del manejo y el tratamiento de efluentes, poniendo énfasis en las diferencias entre ellos y en su aplicabilidad a las situaciones puntuales.
- Orientar a los estudiantes en cuanto a la selección de tecnologías apropiadas para el manejo de efluentes agropecuarios. Además, establecer los objetivos del tratamiento de efluentes y las posibilidades de su destino final en base a los establecido en la normativa ambiental y la sostenibilidad de los procesos.
- Conocer las tecnologías de tratamiento convencional, basadas en la naturaleza y avanzadas, describiendo las etapas y operaciones que las componen.
- Contar con las herramientas que permitan determinar la remoción de contaminantes y comparar el desempeño de distintas tecnologías.

4.4.2 Listado de contenidos:

TEMA 10. Manejo vs Tratamiento

Definición de manejo. Definición de tratamiento. Objetivos del manejo y tratamiento.

Impacto ambiental.

TEMA 11. Manejo de efluentes agropecuarios

Tecnologías de apropiadas de manejo de efluentes. Manejo de una corriente. Manejo de dos corrientes. Inversión, operación y mantenimiento del Sistema de Gestión de

Efluentes. Discusión. Conclusiones.

TEMA 12. Tratamiento de efluentes

Objetivos del tratamiento y destinos del efluente tratado. Situación actual. Etapas de tratamiento. Generación de lodos. Remoción de contaminantes y desempeño del proceso. Tecnologías de tratamiento convencionales. Tecnologías de tratamientos naturales. Tecnologías de tratamiento avanzado.

4.4.3 Principales actividades:

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, *softwares* y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.5 Unidad 5: Emisiones gaseosas

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Identificar los principales gases de efecto invernadero, las fuentes de generación y el impacto que estos tienen en el calentamiento global mediante el cálculo de las equivalencias de dióxido de carbono.
- En consecuencia, describir acciones para la reducción de las emisiones y de mitigación, así como introducir a los estudiantes en el mercado de carbono.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- También, buscar identificar otros contaminantes gaseosos generados en procesos productivos (ácido sulfhídrico, amoníaco, dióxido de carbono, material particulado, olores), comprender los impactos que estos tienen sobre el ambiente, infraestructura y salud pública, y describir las principales tecnologías para el tratamiento y purificación de estos (filtros químicos, físicos y biológicos, modificaciones a los procesos, separadores ciclónicos).

4.5.2 Listado de contenidos:

TEMA 13. Gases de efecto invernadero

Efecto invernadero. Fuentes de emisiones. Potencial de calentamiento global. Mercado de carbono. Cálculo de equivalencias de CO2. Acciones de reducción de emisiones y mitigación.

TEMA 14. Tratamiento y purificación de gases

Contaminantes gaseosos generados en procesos productivos. Impactos en el ambiente y la salud pública. Tecnologías de tratamiento y purificación de gases.

4.5.3 Principales actividades:

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos y se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales en clases presenciales.

4.5.4 Recursos disponibles:

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, *softwares* y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.6 Unidad 6: Bioprocesos de tratamiento de efluentes y residuos

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir a los estudiantes en los procesos biológicos relacionados al tratamiento de efluentes y residuos.
- Describir los reactores biológicos, clasificándolos según modo de alimentación, movilidad de la biomasa, geometría y modo de operación.
- Definir las variables y parámetros operativos de control bioprocesos y de diseño de reactores. Introducir a los estudiantes en la cinética de degradación de materia orgánica mediante procesos aerobios y anaerobios de tratamiento.
- Complementar los conocimientos antes desarrollados sobre balance de masas, ahora considerando también los procesos de transformación de la materia orgánica.

4.6.2 Listado de contenidos:

TEMA 15. Introducción a los biorreactores

Definición. Descripción y clasificación (CSTR, CSTRs, FP, Batch, Fed-Batch). Principales configuraciones.

TEMA 16. Parámetros de control de bioprocesos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Remoción de contaminantes. Cargas de alimentación (COV, F/M, COS). Biomasa.

Tiempos de retención (TRH, TRS). Agitación. Aireación.

TEMA 17. Cinética de degradación de materia orgánica

Reacciones químicas. Velocidad de reacción. Ley de velocidades. Efecto de la temperatura en la velocidad.

TEMA 18. Balance de masas con procesos de transformación

Repaso de balance de masas total y de un componente. Concentración de sustrato a la salida del reactor. Efecto de la configuración del reactor. Desempeño de biorreactores.

4.6.3 Principales actividades:

Se realizan clases híbridas donde se desarrollan conceptos teóricos y se plantean y resuelven problemas basados en situaciones reales en clases presenciales.

4.6.4 Recursos disponibles:

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, *softwares* y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras.

4.7 Unidad 7: Proyectos

4.7.1 Objetivos de la unidad:

- Incentivar a los estudiantes a presentar propuestas lógicas que permitan tratar o valorizar los residuos que son generados en emprendimientos nacionales de diferentes actividades económicas, poniendo foco en casos de estudio reales.
- Se pretende que los casos de estudio en los que los estudiantes trabajen sean los mismos que los estudiados en la UC de Introducción a la Gestión Ambiental, de modo que puedan integrar los conocimientos y dar continuidad al proceso de aprendizaje.
- Se pretende que los estudiantes logren identificar, cuantificar y caracterizar los residuos generados, realizar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS) y proponer tecnologías apropiadas para manejo, tratamiento o valorización.

Estas actividades buscan integrar y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en un problema concreto que afronta un establecimiento productivo real. Además, el proceso de evaluación entre pares pretende fomentar el pensamiento crítico de los estudiantes, interiorizarse en temas en los que no trabajaron específicamente y que puedan visualizar las entregas que realizan sus pares para mejorar las suyas propias.

4.7.2 Listado de contenidos:

ACTIVIDAD 1

Inicio de Proyectos Descripción del proyecto. Objetivos de aprendizaje. Metodología de trabajo. Etapas del proyecto. Evaluación entre pares (objetivos y proceso de calificación).

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Cronograma. Selección de grupos de trabajo. Selección de casos de estudio en el que se realizará el Proyecto. Seguimiento de actividades.

ACTIVIDAD 2

Entregas intermedias. Presentaciones grupales. Entrega del PGRS. Evaluación entre pares de las presentaciones y el PGRS. Devolución de la calificación y comentarios de forma anónima.

ACTIVIDAD 3

Entregas finales. Presentaciones orales individuales. Entrega del informe final. Evaluación entre pares de las presentaciones e informes. Devolución de la calificación y comentarios de forma anónima.

4.7.3 Principales actividades:

Los estudiantes trabajarán en el Proyecto durante el desarrollo de toda la UC, siendo los detalles de este presentados en la primera clase del curso. Al final de este, los estudiantes deberán presentar propuestas lógicas que permitan dar solución al tratamiento o valorización de los residuos generados en un establecimiento específico, y que logren realizar el PGRS como producto de este análisis. Se pretende que los casos en los que se trabajará sean los Proyectos que los estudiantes realizaron en la UC de Introducción a la Gestión Ambiental, de modo de dar continuidad al proceso de aprendizaje.
Los Proyectos de desarrollan en dos 2 etapas bien definidas, cada una en un bimestre de la UC, siendo la ETAPA 1 realizada en grupos de trabajo y la ETAPA 2 de forma individual. En la ETAPA 1 los estudiantes seleccionarán el caso de estudio, donde deberán describir el emprendimiento y los procesos productivos, las características y cantidades de los residuos generados, y realizar el PGRS. En el transcurso de la etapa, cada estudiante deberá identificar posibles alternativas de tratamiento o valorización de uno de los residuos estudiados. En la ETAPA 2, los estudiantes, trabajando individualmente, deberán plantear una alternativa tecnológica lógica para tratar o valorizar el residuo identificado al finalizar la ETAPA 1 del proyecto.
El Proyecto cuenta con un sistema de evaluación de pares, donde cada estudiante, además del docente responsable, evaluará de forma anónima todas las entregas y presentaciones realizadas de dos compañeros. Los pares serán designados por el docente responsable del curso en base a los temas específicos del trabajo que desarrolla. Además, el desempeño de los estudiantes como evaluadores será calificado por el docente de modo de asegurar la objetividad de las calificaciones. Los puntajes y comentarios de las evaluaciones de pares serán enviados a los estudiantes luego de cada una de las entregas, protegiendo la identidad del evaluador.

4.7.4 Recursos disponibles:

Información específica de los establecimientos donde se realizan los proyectos.

Libros, guías, manuales y artículos científicos.

Videos, *softwares* y plataformas digitales.

Proyectores, monitor digital, pizarras y computadoras

V. Bibliografía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

BIBLIOGRAFÍA

No hay una referencia específica para todo el curso, aunque se recomiendan las siguientes publicaciones para complementar la información de las distintas unidades temáticas.

Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño (2017). IWA Publishing.

Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento (2018). 2° Edición. EAWAG. IWA Publishing.

Biological wastewater treatment series - IWA Publishing. E-books en español. - 7 Tomos: Waste Stabilization Ponds (2007). Marcos Von Sperling
Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal (2007). Marcos Von Sperling
Sludge Treatment and Disposal (2007). Marcos Von Sperling, et al.
Basic Principles of Wastewater Treatment (2007). Marcos Von Sperling
Anaerobic Reactors (2007). Carlos Augustos de Lemos Chernicharo
Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors (2007). Marcos Von Sperling
Treatment Wetlands (2017). Marcos von Sperling, et al.
Bibliografía específica

Guías, cartillas y manuales varios de DINACEA, UdelaR, INALE, etc.

Manual para la gestión ambiental de tambos (2016) - MVOTMA. Uruguay
Cartilla 1 INALE - Impermeabilización de lagunas (2018) - INALE. Uruguay
Cartilla 2 INALE - Criterios para la aplicación de efluentes (2018) - INALE. Uruguay
Cartilla 3 INALE - Gestión de efluentes en tambos con menos de 50 vacas (2022) - INALE. Uruguay

Proyecto INIA FPTA 138. Generación de efluentes de tambos (2006). Viñas, et. al.

Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros (2008) - CONAPROLE-IMFIA-DINAMA

Manual para el manejo de efluentes de tambos (2008) - IIQ-FING, MGAP. Uruguay

Guía de buenas prácticas ambientales engorde de bovinos a corral (2017) - DINAMA, MGAP, AUPCI. Uruguay

Guía de herramientas de diseño de sistemas de tratamiento de nutrientes (2020) - DINAMA. Uruguay

Guía técnica de barométricas (2019) - OPP. Uruguay

Guía de medición de caudales de efluentes industriales (2004) - DINAMA. Uruguay

Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos (2016). Benzano, F., et. al. Uruguay

Fundamentos da digestão anaeróbia (2019). Airton Kunz, et al. Brasil

Treatment wetlands (2009). Kadlec & Wallace. CRS Press. 2° edición. ISBN: 9781566705264

Safe use of manure and effluent, a technical user manual (2002) - Meat & Livestock Australia Limited. Australia

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje		
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre		
Previas	Mecánica de Fluidos e Hidráulica / Manejo de Cultivos Bajo Riego		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	56	120
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje es la unidad curricular que abre la línea de riego del tramo Tecnólogo/a. Integra los conocimientos de mecánica de fluidos, suelos, clima y cultivos para que el estudiante pueda elegir, dimensionar preliminarmente y manejar el método de riego más adecuado a cada situación productiva, así como resolver la evacuación de los excesos hídricos.

El programa se organiza en tres módulos: (1) conceptos básicos —agua en el suelo, balance hídrico diario, eficiencia y uniformidad de riego y manejo de los excesos hídricos—; (2) hidráulica aplicada a los sistemas de riego —tuberías, bombas y canales—; y (3) métodos de riego —gravedad, aspersión y localizado—.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con apoyo de presentaciones, tutoriales propios y clases grabadas; el eje de aplicación práctica se concentra en las jornadas presenciales, con determinación a campo de parámetros hídricos del suelo, uso de planillas de balance hídrico, pruebas de campo y reconocimiento de equipamiento de riego.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos y tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial.

Esta UC tiene como objetivo brindar al estudiante conocimientos y habilidades básicas para resolver situaciones relacionadas con los diferentes métodos de riego que pueden ser utilizados en la producción agropecuaria.

La idea es que el estudiante y futuro egresado, sea capaz de pensar en una producción agropecuaria sostenible con un manejo adecuado de los recursos disponibles, donde el agua es un insumo de producción que juega un rol determinante en la mejora de la rentabilidad. Los altos costos de producción, la presión por el cuidado del ambiente, obliga a los actuales diseñadores de sistemas de riego a desempeñarse con mucha cautela, donde el riego a demanda es cuestionado, por los altos costos de operación y por la competencia con otros usos del agua. Adquirir los conceptos básicos involucrados en el manejo de sistemas de riego y drenaje le permitirá al estudiante solucionar problemas relacionados con el uso racional del recurso hídrico en términos ambientales y económicos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Métodos y Sistemas de Riego y drenaje tiene como objetivos de aprendizaje que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades en el manejo de los sistemas de riego. Con la información aportada en el curso el estudiante deberá ser capaz de definir estrategias de riego, definir métodos de riego que mejor se adapte al cultivo, a la situación productiva y disponibilidad de recursos.

A su vez, al cursar esta UC, el estudiante será capaz de definir una estrategia de riego en base a los recursos disponibles. Estrategias ante una eventual escasez de agua, debida a eventos de sequía o fuente limitada. Podrá definir los momentos de riego y las láminas a aplicarse.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Conocimientos y habilidades para el manejo de los diferentes métodos de riego y drenaje

Entrenamiento en la obtención de información necesaria para resolver o definir una estrategia de riego.

Estimación del caudal de riego. Caudal de diseño de los equipos.

Entrenamiento en el uso del balance hídrico diario para el manejo del riego, análisis detallado de la metodología más allá del uso de una planilla.

Conocimiento de manejo de cultivos regados. Sistematización de chacras y evacuación de excesos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Describir los diferentes sistemas de riego que pueden ser utilizados en la producción agropecuaria

Entrenar al estudiante en el diseño agronómico de los sistemas de riego. En este ítem se integran conocimientos de agua en el suelo, manejo de datos climáticos, manejo del cultivo y características específicas de los equipos de riego.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona estrechamente con las unidades de los semestres anteriores: Necesidades hídricas de los cultivos, Clima y Agrometeorología, Hidrología; y con Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de riego, Equipos de bombeo, Ingeniería del Riego por gravedad, Ingeniería de riego a presión, hidráulica de los sistemas de conducción, Hidroinformática, Obras hidráulicas I y II, Gestión de distritos y unidades de riego.

La unidad curricular Métodos y sistemas de riego y drenaje, aporta la base para el diseño de los equipos de bombeo, diseño de las tuberías de conducción, canales de riego. Condiciona el diseño hidráulico de los diferentes sistemas de riego. Aporta información para el dimensionamiento de las obras hidráulicas. Aporta información para la gestión de unidades de riego en el caso de obras multiprediales ya que permite estimar volúmenes de riego necesarios, momentos de riego y turnos de riego.

2.6. Contenidos mínimos:

Poder brindar los conocimientos necesarios para una adecuada elección del método de riego para cada situación productiva y su manejo agronómico.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

Primer parcial: 30%

Segundo parcial: 30%

Evaluación continua (tareas en la plataforma, cuestionarios, participación en aula virtual, actividad en foro): 40%

Mecanismos de evaluación continua:

Se valorará la comprensión del tema, mediante una pregunta sencilla que permita al docente identificar casos particulares de falta de atención o temas que no hayan sido comprendidos correctamente. Esto permite avanzar en el curso sin arrastrar errores conceptuales que afecten la comprensión de otros temas de la UC.

Eventualmente podrá solicitarse la presentación de tareas en la plataforma (problemas a resolver o cuestionarios)

Participación en foros, dada una determinada consigna

Actuación en el aula virtual

IV. Contenidos y secuencia del Programa

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1 Unidad 1: Conceptos básicos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el rol del riego en una agricultura sostenible y productiva, determinar los parámetros hídricos del suelo y manejar los instrumentos de seguimiento del agua en el suelo.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Riego en la agricultura sostenible y productiva:
- Agua en el suelo:
- Parámetros hídricos del suelo
- Agua disponible
- Umbrales de riego
- Práctica para determinación de parámetros hídricos del suelo (capacidad de campo, densidad aparente, agua presente, velocidad de infiltración)
- Instrumentos utilizados en el manejo del riego. Calibración e interpretación de los datos

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica; práctica de determinación de parámetros hídricos del suelo (capacidad de campo, densidad aparente, agua presente, velocidad de infiltración); calibración e interpretación de los datos de los instrumentos de manejo del riego.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, material didáctico, tutoriales propios, clases grabadas, equipamiento de campo y sensores de humedad de suelo.

4.2 Unidad 2: Balance hídrico diario

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Analizar en detalle el balance hídrico de paso diario y utilizarlo para el manejo del riego y la definición de los caudales de diseño.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Balance hídrico diario:
- Análisis detallado del balance hídrico de paso diario
- Manejo de bases de datos a utilizar
- Evolución de la lámina neta
- Evolución del Kc
- Manejo del riego en condiciones de riegos deficitarios, Determinación del Ks (coeficiente de estrés)
- Análisis de los eventos de lluvia durante el período de riego
- Definición de caudales de diseño

4.2.3 Principales actividades:

Se utilizará un balance hídrico realizado en una planilla Excel donde se verán diferentes alternativas de uso y posibles modificaciones.

4.2.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Planilla de cálculo de balance hídrico, bases de datos agroclimáticas, presentaciones PowerPoint y material bibliográfico.

4.3 Unidad 3: Eficiencia y uniformidad de riego

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer los conceptos de eficiencia y uniformidad de riego, sus determinantes y las metodologías para evaluarlas en los distintos sistemas.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Eficiencia y uniformidad de riego
- Eficiencia de riego según método de riego
- Causas de una baja eficiencia
- Metodologías para determinar la uniformidad de riego en los diferentes sistemas de riego

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica y ejercicios de cálculo de eficiencia y de coeficientes de uniformidad a partir de datos de evaluaciones de campo.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo y guías de evaluación.

4.4 Unidad 4: Manejo de los excesos hídricos

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Incorporar los criterios de sistematización de chacras y los principios básicos del diseño de redes de drenaje de perfil para evacuar los excesos hídricos sin generar erosión.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Manejo de los excesos hídrico
- Sistematización de chacras de producción intensiva: se verán criterios de sistematización con terrazas con la finalidad de evacuar los excesos hídricos sin generar erosión
- Drenaje de perfil: se darán los principios básicos para el diseño de redes de drenaje de perfil del suelo

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de trazado de terrazas y de dimensionamiento preliminar de una red de drenaje de perfil.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cartografía y planillas de cálculo.

4.5 Unidad 5: Hidráulica aplicada en sistemas de riego

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Resolver hidráulicamente las conducciones de un sistema de riego predial: tuberías, bombas y canales, aplicando los criterios de selección y de diseño correspondientes.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Tubería en sistemas de riego

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Tipos de tuberías utilizadas en riego
- Fórmulas de cálculo de pérdidas de carga
- Pérdidas de carga localizada
- Ejemplos de cálculo aplicados a sistemas de riego agropecuario
- Bombas para uso en riego
- Clasificación de bombas de agua para riego
- Criterios para seleccionar bombas
- Estimación de la carga requerida por la bomba
- Calculo de potencia
- Ejercicios
- Canales de riego
- Hidráulica en canales abiertos para riego
- Velocidad del agua en canales para riego predial en tierra
- Diseño de canales prediales en tierra
- Ejercicios

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica y resolución de ejercicios de cálculo de pérdidas de carga, selección de bombas, cálculo de potencia y diseño de canales prediales en tierra.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, catálogos y curvas de bombas, planillas de cálculo y material didáctico.

4.6 Unidad 6: Riego por gravedad

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Describir el método de riego por gravedad, comprender la hidráulica del riego por superficie y realizar el diseño agronómico a partir de una prueba de campo.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Riego por gravedad:
- Descripción del método de riego
- Hidráulica del riego por superficie: se describirán los procesos hidráulicos que gobiernan el movimiento del agua sobre la superficie del suelo
- Alternativas de riego por superficie: inundación, melga o faja y surcos
- Diseño agronómico a partir de una prueba de campo
- Análisis de los datos provenientes de una prueba de campo

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; prueba de campo de avance e infiltración; análisis de los datos obtenidos y diseño agronómico.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, material didáctico, tutoriales propios y clases grabadas.

4.7 Unidad 7: Riego por aspersión

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Describir y clasificar los sistemas de riego por aspersión y aplicar los criterios de elección de aspersores y de diseño de sistemas móviles, fijos y de pivote central.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Riego por aspersión
- Descripción del método de riego
- Clasificación de los métodos de riego por aspersión
- Aspersores: tipos y criterios de elección
- Aspersión móvil: descripción y criterios de diseño
- Aspersión fija: descripción y criterios de diseño
- Pivot central: descripción criterios de diseño y manejo

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de selección de aspersores y de diseño; reconocimiento de equipamiento en el muestrario y en salidas de campo.

4.7.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, catálogos de aspersores, material didáctico (muestrario de equipamiento) y clases grabadas.

4.8 Unidad 8: Riego localizado

4.8.1 Objetivos de la unidad:

Describir el método de riego localizado, comprender la hidráulica de los emisores y realizar el diseño agronómico y la sectorización del sistema.

4.8.2 Listado de contenidos:

- Riego localizado:
- Descripción del método de riego
- Ventajas y desventajas
- Goteros/emisores: hidráulica de funcionamiento, ecuación del gotero
- Particularidades del riego localizado
- Volumen de mojado de los goteros
- Espaciamiento entre goteros
- Diseño agronómico
- Sectorización

4.8.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de aplicación de la ecuación del gotero, determinación del volumen de mojado, espaciamiento y sectorización.

4.8.4 Recursos disponibles:

Recursos disponibles: Presentaciones Power point, material bibliográfico, material didáctico, tutoriales propios, clases grabadas (muestrario de equipamiento).

V. Bibliografía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D, Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 56. http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf

Hoffman, G., Evans, R., Jensen, M., Martín, D., Elliott, R. 2007. Design and operation of farm irrigation system. 2nd Edition

Tarjuelo, J.M., 2005. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa.

Pascual, B. 1993. El riego: Principios y prácticas. Universidad Politécnica de Valencia

Pizarro, F. Riegos localizados de alta frecuencia. goteo, microaspersión, exudación.2ª Edición. Ed.Mundi-Prensa. 1990.

Al inicio de cada clase se dará la bibliografía complementaria correspondiente a cada tema que fue utilizada en el armado del teórico. Se les facilitará el link a trabajos de investigación nacional y libros de acceso online.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre
Previas	Introducción a la Gestión Ambiental
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay está orientada a proporcionar, a los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, conocimientos, y herramientas sobre la normativa nacional y competencias institucionales en la gestión ambiental con énfasis en manejo de los recursos hídricos.

Actualmente los procesos de enseñanza-aprendizaje utilizan metodologías teórico-prácticas con una fuerte impronta de proactividad por parte del estudiantado. De esta forma, el objetivo final es la adquisición por parte del estudiante, de capacidades y/o habilidades que implican la movilización, integración y adecuación de conocimientos y metodologías de índole científico-técnicas en las diversas materias de estudio. Esta unidad curricular se organiza en módulos teórico-prácticos orientados a la formación en el conocimiento de las políticas las normativas de carácter nacional y las competencias institucionales que rigen la gestión hídrica en el país y el marco normativo relacionado, englobando determinadas normativas y competencias relacionadas a la situación ambiental nacional, de carácter más general, que tienen influencia también en la gestión de los recursos hídricos, como ser lo relativo al ordenamiento territorial, la ratificación de convenios internacionales, como Acuerdo de París (Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático), La Ley del Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, etc.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos y tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. La unidad curricular Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay aporta a formar al egresado en primera instancia en el área de dominio profesional que implica, al amparo de la normativa vigente, la capacidad de gestión integral de efluentes agropecuarios y agroindustriales, como la planificación, construcción y ejecución de sistemas de riego, en particular al desarrollo de las competencias medulares: selección de tecnologías y estrategias apropiadas de manejo sostenible de efluentes en explotaciones agropecuarias y plantas agroindustriales, y gestión de procesos y sistemas de tratamiento de efluentes acorde al criterio de las buenas prácticas nacionales e internacionales. En segunda instancia contribuye a comprender la normativa y las competencias institucionales que contribuyen a formar al egresado en el área de dominio profesional que comprende el diseño de sistemas de drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos, particularmente al desarrollo de la competencia de contribución a la conservación y aumento de la productividad agrícola mediante la eliminación del exceso de agua y sales.

Con respecto a la formación del Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, aporta al egresado en el desarrollo, en primera instancia, del área de dominio profesional que implica la capacidad

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

de implementación de operaciones y procesos para el tratamiento de efluentes agropecuarios y agroindustriales, en particular la formación en las competencias de interpretación y evaluación de problemas ambientales generados por contaminación de efluentes así como la aplicación de diagnóstico (mediciones, control, análisis) para el tratamiento de efluentes, de forma de cumplir con los límites máximos de vertido a cuerpo de agua establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos. En segunda instancia contribuye a la formación en el área de dominio que involucra el asesoramiento técnico a empresas agropecuarias y desarrolladoras de sistemas de riego, así como también de organismos que regulan el uso de los recursos agua y suelo, en particular la competencia medular de asesoramiento en la localización de represas de riego, autorización ambiental previa a la construcción de las mismas, permisos de extracción de agua de cursos superficiales y recursos subterráneos, etc.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Objetivo general

- Dotar a los estudiantes de un conocimiento normativo y de competencias institucionales aplicables al trabajo en territorio nacional en obras y proyectos relacionados al riego, drenaje y manejo de efluentes agropecuarios y agroindustriales.

Objetivos específicos

Dada la cuantiosa normativa ambiental nacional, y lo acotado del tiempo de clase para tal fin, se avanzará en los siguientes contenidos curriculares explorando conocimientos específicamente relacionados a la gestión profesional correspondiente a esta carrera. De esta forma se espera que las diferentes unidades temáticas de la asignatura cubran lo siguiente:

1. Breve resumen de la construcción jurídico-institucional con énfasis en las principales competencias atribuidas a DINAGUA, DINAMA y DINOT.
2. Normativa ambiental del Uruguay con énfasis en la temática de riego y efluentes**.**
3. Normativa y política de aguas, con énfasis en la Política Nacional de Aguas, el Código de Aguas, el Decreto 253/79 y modificativos, etc., con ejercicios y estudios de caso relacionados
4. Ley de Riego y ley modificativa de la misma: punto central de la asignatura con ejercicios y estudios de caso relacionados.
5. Otra normativa ambiental de interés como ser la referente a la protección de la biodiversidad, el ordenamiento territorial y la adaptación al cambio climático.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Comprensión de la arquitectura jurídico-institucional que rigen la política nacional y la gestión público-privada de los recursos hídricos y otras matrices ambientales relacionadas, como ser el manejo del suelo y la biodiversidad.

Comprender la complejidad e interrelación con otras áreas de político-normativas, como ser todo lo referente a Acuerdo de París (Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático) asociado a la adaptación y a la mitigación del cambio climático en territorio nacional.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

El alumno será capaz de comprender no solo las implicancias del Código de Aguas y su decreto reglamentario, sino también las competencias directas de La Ley de Evaluación del Impacto Ambiental y la Ley de Protección General del ambiente.

Un punto medular de la unidad curricular será el análisis de la Ley de Riego y su posterior ley modificativa, que modificó sustancialmente la ley original.

El alumno también será capaz de comprender como la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible prevé la participación de los gobiernos departamentales en los proyectos de riego, instalación de agroindustrias y otras cuestiones de gran importancia para la carrera.

El alumno también comprenderá las restricciones que plantea la Ley de Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas para la localización territorial de proyectos de riego, agroindustrias, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay se relaciona horizontalmente con las unidades de estudio del mismo semestre, introduciendo a los estudiantes la normativa y competencias institucionales que serán utilizados en Manejo del Agua y Efluentes en la Agropecuaria y la Agroindustria, así como planificación, construcción, operación y abandono de instalaciones de riego, plantas de efluentes agros industriales, etc. Lo mismo ocurre con la UC Efluentes y Residuos, ya que el Decreto 253/79 y modificativo rige la calidad de aguas de los vertidos industriales, plantas de tratamiento, como así las categorías de calidad de todos los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos del país. La UC Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje, está más relacionado al Código de Aguas y a las competencias de DINAGUA en cuanto a otorgamiento de permisos de extracción de agua. También se relaciona con prácticamente toda la normativa ambiental nacional, como la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley de Ordenamiento Territorial que determinan, respectivamente a nivel nacional y departamental, los permisos de localización de represas de riego e instalaciones anexas. Adicionalmente, se pueden requerir Autorización Ambiental Previa a las obras de riego, dependiendo del tamaño de espejo de agua y otras características del proyecto. Finalmente, también es de destacar una relación directa con la UC Ecología Agraria y Sustentabilidad, ya que las prácticas agropecuarias realizadas en una cuenca tienen efecto directo en la calidad de los cuerpos de agua, los procesos de eutrofización y sedimentación de embalses, etc., por lo que muchas de las prácticas agropecuarias (ej: Planes de Uso y Manejo de Suelos exigidos por el MGAP a productores agrícolas mayores a 50 ha) están regulados por numerosa normativa nacional.

Por tanto, los conocimientos aprendidos en Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay se constituirá en el pilar normativo y establecimiento de competencias institucionales, para consolidar los objetivos de aprendizaje en diversas áreas del Plan de Estudios, incluidos, inter alia, las siguientes Unidades Curriculares: Ecología Agraria y Sustentabilidad, Efluentes y Residuos, Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento, Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos, etc.

2.6. Contenidos mínimos:

Breve resumen de la construcción jurídico-institucional con énfasis en las principales competencias atribuidas a DINAGUA, DINAMA y DINOT.

Normativa ambiental del Uruguay con énfasis en la temática de riego y efluentes.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Normativa y política de aguas, con énfasis en la Política Nacional de Aguas, el Código de Aguas, y el Decreto 253/79 y modificativos, con ejercicios y estudios de caso relacionados.

Ley de Riego y ley modificativa de la misma: punto central de la asignatura con ejercicios y estudios de caso relacionados.

Otra normativa ambiental de interés como ser la referente a la protección de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

Comprende la política y normativa de aguas en vigor en territorio nacional

Comprende las competencias institucionales en torno a los sistemas de riego y manejo de efluentes agropecuarios y agro industriales, así como a determinados usos de suelo que afectan la calidad, cantidad de agua en los cuerpos de agua asociados a dichas cuencas, etc.

Es capaz de transferir dichos conocimientos desde su aplicación en problemas básicos a diferentes contextos de casos en situaciones reales concretas.

Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos.

Analiza y argumenta coherentemente su postura frente a estudios de caso.

Propone soluciones viables y originales ante una situación problemática.

Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa

y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación (SCP9):

Evaluación continua: 30%

Trabajo de fin de curso 70%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Construcción jurídico-institucional y sus competencias (2 horas)

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Conocer la construcción jurídico-institucional de la gestión ambiental y del agua en el Uruguay e identificar las competencias de los principales organismos con potestades en la materia.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Ley 16112/1990. de Creación del MVOTMA.
- Ley de Presupuesto Nº 17.930 de 19.XII.2005 (art. 327, 328 y 331) de Creación de la DINASA y modificación de la ley para la creación de DINAGUA.
- Principales competencias de la DINAGUA, DINAMA y DINOT

4.1.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórico-práctica; búsqueda guiada de normativa en sitios institucionales; discusión de competencias a partir de casos.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, método de búsqueda web de normativa, páginas web institucionales y métodos de búsqueda adicional, cañón proyector.

4.2 Unidad 2: Normativa ambiental del Uruguay más relevante (8 horas)

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Interpretar y aplicar la normativa ambiental nacional de mayor relevancia para la actividad profesional, en particular la referida a protección general del ambiente, evaluación de impacto ambiental y ordenamiento territorial.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Art 47 de la Constitución: declara el medio ambiente de interés general y enmarca la política general de aguas y saneamiento.
- Ley 17.283/2000 de Protección general del ambiente y decreto reglamentario 152/2013
- Ley 16466/1994 de Evaluación de Impacto Ambiental y decreto reglamentario 349/2005.
- Ejercicio de clase sobre presentación de proyectos para obtener la autorización ambiental previa.
- Ley Nº 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, con énfasis en competencias departamentales asociadas a las obras de riego.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórico-práctica; ejercicio de clase sobre presentación de proyectos para la obtención de la autorización ambiental previa.

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, método de búsqueda web de normativa, páginas web institucionales y métodos de búsqueda adicional, cañón proyector.

4.3 Unidad 3: Normativa y políticas de aguas (6 horas)

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Comprender la Política Nacional de Aguas, el Código de Aguas y el régimen de control de la contaminación de aguas, y aplicarlos a situaciones concretas del ejercicio profesional.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Ley 18.610/2009 de Política Nacional de Aguas y Decreto Reglamentario 78/2010
- Ley Nº 14.859/1979 Código de Aguas: resumen de disposiciones relacionadas a la temática de la carrera.
- Decreto 253/1979 y modificativos sobre prevención de la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas: énfasis en límite de vertidos industriales y saneamiento urbano, clasificación de cursos por calidad de agua, etc.
- Ejercicio práctico sobre aplicación del Decreto 253/79.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórico-práctica; ejercicio práctico sobre aplicación del Decreto 253/79 a un caso de vertido industrial.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, método de búsqueda web de normativa, páginas web institucionales y métodos de búsqueda adicional, cañón proyector.

4.4 Unidad 4: Ley de Riego 16.858/1997 y Ley Nº 19.553/2017 modificativa (8 horas)

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Analizar en profundidad la Ley de Riego y su ley modificativa, sus implicancias técnicas, ambientales y socioeconómicas, y aplicarlas a proyectos de riego concretos.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Análisis desde la perspectiva socio económica de la ley original y las implicancias de su modificación
- Análisis de ambas leyes con énfasis en lo referente al caudal ambiental; autorizaciones ambientales de ubicación y construcción; injerencia departamental asociada a la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible.
- Análisis de las repercusiones sociales, mediáticas y políticas en torno a la ley modificativa del 2017.
- Estudios de caso sobre aplicabilidad de la ley de riego para proyectos agrícolas.
- Ejercicio práctico asociado a interpretación de la Ley de Riego y Ley modificativa, asumiendo la construcción de hipotética gran represa de riego en el Río Yí.

4.4.3 Principales actividades:

Estudios de caso sobre aplicabilidad de la ley de riego a proyectos agrícolas; ejercicio práctico de interpretación normativa asumiendo la construcción de una hipotética gran represa de riego en el Río Yí.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, método de búsqueda web de normativa, páginas web institucionales y métodos de búsqueda adicional, cañón proyector.

4.5 Unidad 5: Otras normativas ambientales de interés (2 horas)

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer otras normas de interés para la actividad profesional, en particular las referidas a áreas protegidas y a la adaptación de la actividad agropecuaria al cambio climático.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Ley 17.234/2000 de creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas: con énfasis en prohibición de instalación de represas y otras instalaciones agro-industriales en áreas protegidas.
- Ley Nº 19.439/2016 que aprueba el Acuerdo de París, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: con énfasis en los procesos de adaptación de la actividad agropecuaria al cambio climático y en especial al aumento de la resiliencia climática de los cultivos en tiempos de sequía.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórico-práctica; análisis de restricciones normativas sobre casos de localización de obras.

4.5.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Presentaciones PowerPoint, método de búsqueda web de normativa, páginas web institucionales y métodos de búsqueda adicional, cañón proyector.
V. Bibliografía
Recursos básicos existentes en Internet: Parlamento Uruguayo: https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/leyes MVOTMA (incluye DINAGUA, DINAMA, DINOT y DCC): https://www.mvotma.gub.uy/ MGAP (incluye DGRN y DGSA): http://www.mgap.gub.uy/

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Ecología Agraria y Sustentabilidad		
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre		
Previas	Introducción a las Ciencias Biológicas - Manejo de Suelos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		
II. Descripción de la Unidad Curricular			

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular Ecología Agraria y Sustentabilidad está orientada a proporcionar a los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible, conocimientos teórico-prácticos, y herramientas que les brinden apoyo a la gestión de obras de riego y manejo de escorrentías en cuencas hidrográficas ocupadas mayormente por actividades agropecuarias, con un enfoque desde la agroecología, la edafología, la limnología y las ciencias agronómicas relacionadas. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión integral se constituye en un pilar paradigmático de esta UC.

Actualmente, los procesos de enseñanza-aprendizaje utilizan metodologías teórico-prácticas con una fuerte impronta de proactividad por parte del estudiantado. De esta forma, el objetivo final es la adquisición por parte del estudiante, de capacidades y/o habilidades que implican la movilización, integración y adecuación de conocimientos y metodologías de índole científico-técnicas en las diversas materias de estudio. Esta unidad curricular se organiza en módulos teórico-prácticos orientados a la formación en el conocimiento agroecológico y ambiental general, tanto a nivel micro de la unidad productiva, como a nivel macro a nivel de diferentes órdenes de cuenca en las que se enmarcas los tipos actividades agropecuarias más comunes y territorialmente representativas en territorio nacional.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos y tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. La unidad curricular Ecología Agraria y Sustentabilidad apunta a formar al egresado en primera instancia en el área de dominio profesional que implica el conocimiento agroecológicos y de otras ciencias relacionadas a la tierra y los ecosistemas de agua dulce, como apoyo a la planificación, construcción y ejecución de sistemas de riego, en particular al desarrollo de las competencias medulares: selección de tecnologías y estrategias apropiadas de manejo sostenible de suelos, recursos embalsados, efluentes en explotaciones agropecuarias y plantas agroindustriales, y gestión de procesos y sistemas de tratamiento de efluentes acordes al criterio de las buenas prácticas nacionales e internacionales. Adicionalmente, brinda un soporte, desde las ciencias agronómicas e hidrológicas, para el diseño de sistemas de drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos, particularmente al desarrollo de la competencia de contribución a la conservación y aumento de la productividad agrícola mediante la eliminación del exceso de agua y sales.

Con respecto a la formación del Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, aporta al egresado conocimientos accesorios en el desarrollo, en el área de dominio profesional que implica la capacidad de implementación de operaciones y procesos para el tratamiento de efluentes agropecuarios y agroindustriales, en particular la formación en las competencias de interpretación y evaluación de problemas ambientales generados por contaminación de efluentes así como la aplicación de diagnóstico (mediciones, control, análisis) para el tratamiento de efluentes agropecuarios y agroindustriales. En última instancia contribuye a la formación en el área de dominio que involucra el asesoramiento técnico a empresas agropecuarias y desarrolladoras de sistemas de riego, así como también de organismos que regulan el uso de los recursos agua y suelo, en particular en lo relativo a los Planes de Uso y Manejo de Suelos (MGAP), buenas prácticas agrícolas y de conservación de la biodiversidad,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

directivas para el manejo sostenible de embalses (control de la eutrofización y la sedimentación), etc.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Objetivo general

Dotar a los alumnos de los conocimientos teórico-prácticos que les brinden apoyo a la gestión de obras de riego y manejo de escorrentías en cuencas hidrográficas ocupadas mayormente por actividades agropecuarias, con un enfoque desde la agroecología, la edafología, la limnología y las ciencias agronómicas relacionadas.

Objetivos específicos

- Generar y nivelar conocimientos teóricos relacionados a las áreas científico-técnicas mencionadas, con énfasis en la agroecología, la edafología, la hidrología y la limnología.
- Profundizar en las actividades agropecuarias con mayor utilización del suelo en Uruguay y su problemática ambiental asociada.
- Comprender las bases conceptuales de la agroecología.
- Profundizar en los procesos más comunes de degradación de aguas continentales en nuestro país (con énfasis en la eutrofización). Causas, efectos, prevención y mitigación.
- Conocer los procesos de degradación de la vida útil de embalses por sedimentación y/o eutrofización.
- Aplicar prácticas de manejo agronómico sustentable.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Comprensión, desde la óptica de la agroecología y ciencias relacionas, del funcionamiento ecosistémico de las principales producciones agropecuarias en el país. Comprender la complejidad que implican diferentes modelos productivos (desde esquemas de producción convencional a sistemas de producción orgánica) en diferentes ecosistemas receptores, con un énfasis en sistemas de riego y drenaje agropecuario. El alumno también será capaz de comprender, desde el paradigma de cuenca hidrográfica como unidad de manejo, los efectos que diferentes decisiones productivas afectan la calidad y cantidad del recurso hídrico, con especial foco en procesos de eutrofización y sedimentación de embalses. El alumno también comprenderá las restricciones que plantea la Ley de Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas para la localización territorial de proyectos de riego, agroindustrias, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Ecología Agraria y Sustentabilidad se relaciona horizontalmente con las unidades de estudio del mismo semestre, introduciendo y reforzando conocimientos de agroecología y ciencias asociadas. Los estudiantes obtendrán conocimientos y habilidades de apoyo para la planificación, construcción, operación y abandono de sistemas de riego sustentables, en función de las características ecológicas del medio receptor y las opciones de manejo productivo a que dicho sistema de riego servirá.

Por tanto, los conocimientos aprendidos en Ecología Agraria y Sustentabilidad se asocian directamente con las siguientes Unidades Curriculares: Efluentes y Residuos, Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, etc.

2.6. Contenidos mínimos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Unidad 1: Repaso y nivelación de conceptos básicos de las ciencias relacionadas a la agronomía y la ecología

Unidad 2: Ecorregiones del Uruguay y concepto holístico de Cuenca.

Unidad 3: Gestión y problemática ambiental relacionada a la actividad agropecuaria.

Unidad 4: Bases conceptuales de Agroecología.

Unidad 5: Principales afectaciones ambientales derivadas de la actividad agropecuaria.

Unidad 6: Eutrofización de cuerpos de agua e indicadores de la calidad del agua asociados a este fenómeno.

Unidad 7: Prácticas de manejo agronómicas sustentables.

Unidad 8: Pérdida de vida útil y calidad de agua en embalses de riego: sedimentación y eutrofización.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

Comprende conceptos básicos relacionados a la agroecología y otras ciencias asociadas.
Dentro del concepto paradigmático de cuenca hidrológica como unidad de manejo, el alumno es capaz de comprender como diferentes modelos productivos, desde la producción convencional a la orgánica, generan diferentes efectos ambientales tanto el a matriz agua, como también en el suelo y la biodiversidad.
Comprender la vocación del medio receptor para la recepción de diferentes modelos de producción agropecuaria.
Comprende la diferencia entre guías de buenas prácticas y exigencias normativas para a cada actividad productiva, con énfasis en los sistemas de riego propuestos para tales fines.
Es capaz de transferir dichos conocimientos desde su aplicación en problemas básicos a diferentes contextos de casos en situaciones reales concretas.
Comprende conceptualmente y logra resolver los ejercicios y problemas propuestos.
Analiza y argumenta coherentemente su postura frente a estudios de caso.
Propone soluciones viables y originales ante una situación problemática.
Trabaja relacionándose respetuosamente con sus compañeros, con actitud colaborativa y de trabajo en equipo.

Mecanismos de evaluación (SCP9):

Evaluación continua: 30%

Trabajo de fin de curso: 70%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Repaso y nivelación de conceptos básicos de las ciencias relacionadas a la agronomía y la ecología (2 horas)

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nivelar los conocimientos de agroecología y ciencias relacionadas y construir el concepto de sustentabilidad ecológica agropecuaria.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Presentación del curso e información de aspectos curriculares del mismo. Presentación de los alumnos y el docente.
- Repaso y nivelación de conocimientos de agroecología y ciencias relacionadas, con énfasis en hidrología de embalses y reservorios. Principales afectaciones de origen antropogénicas a las matrices suelo, agua y biodiversidad.
- Definición de sustentabilidad ecológica agropecuaria, sus principales componentes, reconocimiento de su multi-sectorialidad y los aspectos claves para su adecuada gestión.

4.1.3 Principales actividades:

Presentación del curso y de los participantes; clase teórica de nivelación; lecturas dirigidas y discusión grupal.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.2 Unidad 2: Ecorregiones del Uruguay y concepto holístico de cuenca (2 horas)

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer las ecorregiones del Uruguay y comprender la cuenca hidrográfica como unidad de comprensión ecosistémica y de planificación de las actividades productivas.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Descripción de las Ecorregiones del Uruguay (Braseiro et. al. 2012) y sus principales actividades agropecuarias relacionadas.
- La cuenca hidrográfica como unidad de comprensión ecosistémica y planificación de las actividades productivas.
- Las principales actividades agropecuarias en Uruguay como actividades transformadoras del ambiente.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis cartográfico de ecorregiones y cuencas; discusión grupal.

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.3 Unidad 3: Gestión y problemática ambiental relacionada a la actividad agropecuaria (2 horas)

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Comprender la problemática ambiental local, nacional y regional asociada a la actividad agropecuaria y valorar los servicios ecosistémicos de los ecosistemas agrarios.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Comprensión de la problemática ambiental actual, local, nacional y regional relacionada a la actividad agropecuaria

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Descripción de los principales servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas agrarios, así como la importancia ecológica de su conservación y repercusiones socio-económicas de su degradación.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y debate sobre casos nacionales.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.4 Unidad 4: Bases conceptuales de agroecología (2 horas)

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Comprender las bases conceptuales de la agroecología y el proceso de transición agroecológica como camino hacia una producción sostenible.

4.4.2 Listado de contenidos:

- La Agroecología como ciencia integradora de los aspectos ecológicos, productivos, económicos y socioculturales.
- Contexto histórico y estado actual.
- La aplicación de criterios agroecológicos en las actividades agropecuarias.
- La transición agroecológica como posible proceso hacia una producción sostenible.
- Desarrollo de la producción integrada, agroecología y agricultura orgánica en Uruguay.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y análisis de experiencias nacionales de producción integrada, agroecológica y orgánica.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.5 Unidad 5: Principales afectaciones ambientales derivadas de la actividad agropecuaria (4 horas)

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Analizar las fuentes de contaminación puntual y difusa de origen agropecuario y agroindustrial y el papel de las zonas buffer en la retención de nutrientes y sedimentos.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Hidrología y ecología de sistemas lénticos (lagos, grandes embalses, embalses para riego y tajamares de abrevado de ganado (Wetzel, 1981).
- Introducción a las fuentes de contaminación de origen puntual y difusa de origen agropecuario y agro industrial (con énfasis en contaminación difusa por nutrientes de asociados a la agricultura la y ganadería).
- La importancia de las zonas buffer (monte ripario y humedales) en el filtrado y absorción del exceso de nutrientes provistos por la escorrentía superficial y sub superficial de campos con actividad productiva intensiva. Medidas de maximización del filtrado y retención de nutrientes y sedimentos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de casos de contaminación difusa; discusión de medidas de maximización del filtrado y la retención.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.6 Unidad 6: Eutrofización de cuerpos de agua e indicadores de calidad asociados (6 horas)

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el fenómeno de la eutrofización, sus causas y efectos, y estimar los aportes de nutrientes de origen agropecuario mediante metodologías de uso corriente.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Definición de eutrofización, causas y efectos en los ecosistemas límnicos.
- Control de la eutrofización en embalses: predicción antes de la construcción; prevención y control en la fase de operación (Palau, 2003).
- Estimación de los aportes de nutrientes de origen agropecuario: Metodología de los Coeficientes de exportación (contenidos teóricos y ejercicio práctico para estimación de cargas anuales de fósforo total y nitrógeno total en una sub cuenca del Río Negro, con determinado uso de suelos predominantes), introducción a los modelos de simulación más utilizados en Uruguay (Aquatool y SWAT).
- Problemática de los excesos de Fósforo en las aguas continentales en Uruguay.
- Estudio de caso: Plan de Acción Segunda Generación para la protección de la Calidad Ambiental de la cuenca del Río Santa Lucía.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicio práctico de estimación de cargas anuales de fósforo y nitrógeno total en una subcuenca del Río Negro mediante coeficientes de exportación; análisis del estudio de caso propuesto.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

4.7 Unidad 7: Prácticas de manejo agronómicas sostenibles (6 horas)

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Conocer y valorar las prácticas de manejo de suelos y de abrevado del ganado que permiten reducir la exportación de nutrientes y sedimentos hacia los cursos de agua.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Prácticas de manejo de suelos: balance de nutrientes y fertilización racional, índice de fósforo, ruptura de la estratificación de fósforo en superficie, utilización de fertilizantes de liberación lenta, aplicación localizada de fertilizantes, inversión del horizonte superficial del suelo, etc.
- Sistemas de abrevado del ganado: opciones de abrevado que permitan evitar el ingreso de animales a las zonas riparias y los cursos de agua; manejos de pastoreo racional; estado de la investigación nacional en la materia.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.7.3 Principales actividades:

- Dos clases de tutoría para el trabajo individual de fin de curso.
- Estudio de Caso: Iniciativa del Río Negro

4.7.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, documentación bibliográfica en formato digital, método de búsqueda web de información técnica, páginas web institucionales, cañón proyector.

V. Bibliografía

Aubriot et al., 2017 Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: influencia de la intensificación productiva y perspectivas. ISSN 1688-6593 · INNOTEC 2017, No. 14 (7 - 16)

Brazeiro et al., (2012): Clasificación y delimitación de las eco-regiones de Uruguay. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR – Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR. 40p.

Cassidy. (1989). Water temperature, dissolved oxygen and turbidity control in reservoir releases. Alternatives in regulated river management, 28-62.

Dinnes, D. 2004. Assessments of Practices to Reduce Nitrogen and Phosphorus Nonpoint Source Pollution of Iowa's Surface USDA-ARS National Soil Tilth Laboratory, Prepared for the Iowa Department of Natural Resources

FAO (2018) More People, More Food, Worse Water.

Ferriero, S. y. (1997). Lakes restoration by sediment dreging. Verh. Internat.Verein. Limnol., 26, 776-781.

Jackson, P. y. (1989). The control of eutrophication in very shallow lakes, the Norfolk Broads. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24, 573-575.

Moss. (1989). Problems in the restoration of a hypereutrophic lake by diversion of a nutrient-rich inflow. Verein. Limnol, 568-572.

O'Sullivan, W. y. (1993). Control of eutrophication of small shallow lakes in the United Kingdom: The legal framework. Verh. Internat. Verein. Limnol., 25, 461-464.

Palau. (1993). Los mal llamados "caudales ecológicos". Bases para su cálculo. Obras Públicas, 28, 84-95.

Palau. (2003). Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia. Limnética 22, 1-13.

Pérez-Martinez. (1989). The effect of the volume decreasing on the trophic status in four reservoirs from Southern Spain. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24, 1382-1385.

Pérez-Parada et al., (2018). Recent advances and open questions around pesticide dynamics and effects on freshwater fishes, Current Opinion in Environmental Science & Health, 4:38–44

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Tomer et. al, (2015) Agricultural Conservation Planning Framework: 2. Classification of Riparian Buffer Design Types with Application to Assess and Map Stream Corridors. J. Environ. Qual. doi:10.2134/jeq2014.09.0387

Vicente. (2000). Limnological management of the Amadorio Reservoir (Spain) during an extremelly dry summer. Verh. Internat. Verein., 27, 2298-2302.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador V		
Ubicación en el Plan de Estudios	Quinto Semestre		
Previas	Todas las UCs del 4o Semestre		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador tiene como objetivo general promover la integración de los conocimientos prácticos y académicos, la investigación participativa y la intervención situando al alumno en

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

escenarios reales, en permanente contacto con el medio dónde realizará su trabajo profesional, logrando incorporar el saber, el saber ser y el saber hacer.
Se trabaja en interacción con las demás Unidades Curriculares (UC), promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. Se brindan talleres de formación, uso de herramientas y habilidades aplicables a las demás UC como en su vida profesional. Escritura, elaboración de informes, diseño de posters, presentación oral de trabajos, evaluación entre pares, trabajos grupales en estudios de caso, aplicando metodologías de trabajo traspolables a otros proyectos de la carrera, son prácticas a desarrollar durante el semestre para cumplir con los objetivos de la unidad. 2
El principal énfasis estará dado en la elaboración del Trabajo Final de Tecnólogo (TFT) presentado en modalidad de Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP). Las herramientas de escritura y presentación brindadas durante el semestre, tienen como principal objetivo apoyar la elaboración y defensa del TFT.

Se espera que los estudiantes tengan vinculación directa con el medio agropecuario y/o agroindustrial, se determine un tema central de demanda, formulen un diagnóstico, planteen los objetivos y proporcionen una solución para el problema.
También forma parte de la unidad curricular, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.
La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, y los estudiantes dispondrán de tiempo no presencial para trabajar en el análisis de contenido de materiales y elaboración de documentos, de forma que la autogestión del tiempo sea un objetivo de esta Unidad.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Proyecto Integrador V propone como objetivo generar a los estudiantes conocimiento, habilidades y metodologías de trabajo, inherentes al apoyo para la elaboración del Trabajo final de Tecnólogo/a.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica de campo donde se pretende que el alumno sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas, realización de proyectos.

Estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador V procura facilitar el aprendizaje del alumno a través de la incorporación e integración de conocimientos de las diferentes unidades curriculares que forman parte de la carrera, incorporando además su aprendizaje adquirido con en el medio. Esta integración se logra trabajando en coordinación y mediante la relación horizontal con las diferentes unidades curriculares de la carrera. El objetivo es lograr la interacción del alumno con las demás unidades curriculares y que puedan implementar los conocimientos básicos generados para que sean capaces de incorporarlo y aplicarlos en las demás unidades curriculares que se encuentran en relación con los temas a tratar durante el semestre en Proyecto Integrador V.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador V y Trabajo Final de Tecnólogo/a (TFT).

Unidad 2: Talleres de escritura científica y comunicación efectiva.

Unidad 3: Salidas de campo, actividades integradoras, desarrollo del TFT.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios:

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.

Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación

Se utilizará como evaluación la Formula SCP 9.

Actividades teórico-prácticas: 70%.

Se considera el cumplimiento de las entregas y defensas orales correspondientes al TFT, lo que corresponde a una proporción mayoritaria del tiempo de Proyecto V.

Primera entrega del TFT y defensa oral

Segunda entrega del TFT, con defensa oral

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Entrega del documento final y defensa

Presentación del TFT y defensa oral

Entrega del documento final de TFT

Evaluación contínua: 30%. Se considera la actitud, dedicación, desempeño en clase y el cumplimiento de las actividades propuestas.

Asistencia

Participación en clase

Evaluaciones de comprensión de clases de Docentes invitados:

¿Cómo redactar informes científicos?

Diseño de Póster científico -

Consideraciones para un proyecto de represa de riego

Consideraciones: Los trabajos que se entreguen fuera de los plazos establecidos tendrán un 10 % de descuento en la nota.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador V y al Trabajo Final de Tecnólogo/a (TFT)

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Presentar la unidad curricular, su metodología de trabajo, el cronograma y el sistema de evaluación, e introducir al estudiante en el Trabajo Final de Tecnólogo/a y en las nociones básicas de escritura académica.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la Unidad Curricular, metodología de trabajo, cronograma de actividades y sistema de evaluación. Ing. Agr. María José Alegrette
- Presentación del segundo semestre del Trabajo Final de Tecnólogo, presentación del equipo docente, metodología de trabajo, presentación del caso a estudiar y forma de evaluación. Equipo docente

4.1.3 Principales actividades:

Clase de presentación de la unidad curricular y del equipo docente; presentación del caso a estudiar y de la forma de evaluación; conformación de las duplas de trabajo.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.2 Unidad 2: Talleres de escritura científica y comunicación efectiva

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Desarrollar las competencias de redacción científica, citación y comunicación oral necesarias para la elaboración y la defensa del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2.2 Listado de contenidos:

- Talleres prácticos, presentación de la UC y del Trabajo final de Tecnólogo/a (TFT).
- Programa iCiencia – ¿Cómo redactar Informes Científicos? y Citas de texto.
- Con Paula Enciso y Sofía Horjales. Revisión de información relevada y pautas para comenzar TFT.
- "Diseño de Póster científico". Directora ITR-CS Daniela González. Presentación oral de los estudiantes del diseño de su póster científico, con devolución docente con comentarios y sugerencias.
- Devolución de informes de “Diseño de Póster científico” - Directora ITR-CS Daniela González. Prueba asincrónica en plataforma Moodle.Trabajo en duplas en el TFT.
- Consideraciones de un proyecto de una represa para riego - Ing. Civil H/A Fernanda Gómez. Prueba asincrónica por Moodle.
- “Presentaciones orales y gestión de emociones” - Docente Virginia Cabara. Herramientas de Office: Word y Excel.
- “Presentaciones orales y gestión de emociones” - Docente Virginia Cabara. Trabajo en duplas en el TFT.

4.2.3 Principales actividades:

Talleres prácticos con docentes invitados y especialistas; presentación oral del diseño del póster científico con devolución docente; pruebas asincrónicas en plataforma Moodle; trabajo en duplas en el TFT.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.3 Unidad 3: Salidas de campo, actividades integradoras y desarrollo del TFT

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Integrar en un caso real los conocimientos de las unidades curriculares del semestre y avanzar en la elaboración, presentación y defensa del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Presentación del Trabajo Final de Tecnólogo en la clase de Proyecto V.
- Salida de campo TFT.
- Primera entrega de TFT y presentación oral de avances.
- Segunda entrega de TFT y presentación oral de avances.
- Clase de consulta con todos los docentes .
- Entrega de trabajo final a docentes. Citas de texto según normas APA. Trabajo en duplas en el TFT.
- Presentación del TFT y defensa oral.
- Entrega de correcciones del TFT a estudiantes por parte de los docentes.
- Entrega por parte de los estudiantes de los TFT con la incorporación de las
- correcciones.

4.3.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Salida de campo del TFT; entregas parciales con presentación oral de avances; clases de consulta con el equipo docente; defensa oral del TFT e incorporación de las correcciones.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

V. Bibliografía

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Guía para la presentación de tesis de posgrado, CAP, 2015

Directivas Complementarias de Reglamento General de Estudios: Proyecto de titulación, tesis y tesinas de las carreras. Circular 29 de 2022. UTEC.

Guía para la presentación de tesis y trabajos finales de posgrado
http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/guia_tesis_posgrados_julio_2012.pdf

Manual para estudiantes y docentes de posgrados.
Http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/manual_posgrados_junio_2012.pdf

Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias de establecimientos de engorde de bovinos a corral.
https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/guia-buenas-practicas-ambientales-sanitarias-establecimientos-engorde

Bibliografía complementaria

Tesis Disponibles en http://biblioteca.fagro.edu.uy/catalogo.php

SEMESTRE 6

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento de Efluentes		
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto Semestre		
Previas	Efluentes y Residuos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	44	76
Créditos	5		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento de Efluentes consiste en 3 unidades temáticas, que abordan los conceptos principales relacionados a:

- Parámetros de calidad de agua y efluentes y normativas aplicables.
- Operación y mantenimiento de plantas de potabilización.
- Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de efluentes.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos, así como el tratamiento de los efluentes generados en las actividades antrópicas. Siendo así, esta unidad curricular busca dar herramientas para el área de dominio profesional que implica la capacidad de operar y dar mantenimiento a los sistemas de tratamiento de efluentes y potabilización de aguas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El curso tiene como objetivo que el estudiante tenga habilidades teóricas y prácticas que les permitan operar y mantener sistemas de tratamiento de efluentes y potabilización de aguas,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

aplicando diferentes procesos y tecnologías y teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Desarrollar conocimiento en el área de operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de efluentes y de potabilización de aguas, teniendo en cuenta las implicancias ambientales y la viabilidad económica de esos procesos.

Desarrollar un pensamiento creativo y crítico de los estudiantes, a través de debates sobre los distintos temas de la asignatura, que permitan vislumbrar soluciones integradas en estas temáticas.

Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y con diferentes actores del medio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás unidades curriculares del curso es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos dados en clase. Es previa para cursar esta asignatura, la unidad curricular de Efluentes y Residuos, dictada en el 5º semestre.

Los conocimientos aprendidos en este curso también servirán de base en diversas asignaturas a lo largo de la carrera, como por ejemplo los cursos de Ingeniería de Procesos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción: parámetros de calidad de aguas y efluentes.

Unidad 2: Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización.

Unidad 3: Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Efluentes.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis

Comunicación oral y escrita

Trabajo en equipo

Habilidad de investigación

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 024/DA/2020.

El sistema de calificación adoptado será SCP 5

Evaluación Continua = 20%

Parcial = 30% Salidas a campo y elaboración de informes = 50%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1 Unidad 1: Introducción: parámetros de calidad de aguas y efluentes

4.1.1 Objetivo de la unidad:

Introducir la UC y revisar los principales parámetros que se deben evaluar en la operación de plantas potabilizadoras y de tratamiento de efluentes.

4.1.2 Listado de contenidos:

Parámetros de potabilidad y normativa aplicable.

Parámetros de vertido de efluentes y normativa aplicable.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica para el desarrollo de los conceptos teóricos iniciales.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Operación y mantenimiento de plantas potabilizadoras

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Presentar las principales actividades de operación y mantenimiento de plantas potabilizadoras.

4.2.2 Listado de contenidos:

Revisión de etapas, operaciones y procesos existentes en plantas de potabilización de aguas en sistemas convencionales y no convencionales.

Recolección, bombeo, pretratamiento, coagulación y floculación: parámetros operacionales, análisis químicos, reactivos utilizados, control de dosis y limpieza de las estructuras, gestión de residuos.

Sedimentación y filtración: parámetros operacionales y de parada, limpieza de las estructuras, generación y gestión de lodos, retrolavado.

Desinfección y sistemas avanzados: parámetros operacionales, análisis químicos y microbiológicos, reactivos utilizados, control de dosis, cloro residual, muestreo y análisis estadísticos.

4.2.3 Principales actividades:

Clases teóricas para el desarrollo de los conceptos teóricos y resolución de problemas y ejercicios. Visita a planta potabilizadora y prácticas de laboratorio: Jar Test para obtención de dosis y pH óptimos para la clarificación del agua.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint,artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de efluentes

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Presentar las principales actividades de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de efluentes

4.3.2 Listado de contenidos:

Sistemas de medición y regulación de caudales, tratamiento preliminar y primario: estructuras empleadas, limpieza, control operacional, gestión de residuos
Sistemas aerobios: parámetros operacionales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, mantenimiento de estructuras, puesta en marcha, plan de muestreo y monitoreo, síntomas de mal funcionamiento y solución de problemas, gestión de lodos.

Sistemas anaeróbicos: parámetros operacionales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, mantenimiento de estructuras, puesta en marcha, plan de muestreo y monitoreo, control de la producción de biogás, inoculación, síntomas de mal funcionamiento y solución de problemas, gestión de lodos.

Sistemas facultativos y naturales: parámetros operacionales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, mantenimiento de estructuras, plan de muestreo y monitoreo, síntomas de mal funcionamiento y solución de problemas.

Tratamiento terciario y avanzado: parámetros operacionales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, mantenimiento de estructuras, plan de muestreo y monitoreo, cumplimiento de normativa, análisis estadísticos.

Visitas a plantas de tratamiento de efluentes (lodos activados con remoción de nutrientes y biodigestores/UASB).

4.3.3 Principales actividades:

Clases teóricas para el desarrollo de los conceptos teóricos y resolución de problemas y ejercicios. Visita a planta de tratamiento de efluentes, práctica de laboratorio.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

V. Bibliografía

No hay una referencia específica para todo el curso.

Se recomiendan las siguientes como materiales de consulta.

Metcalf & Eddy. (1995)Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill.

Von Sperling M. (2007). Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors. London, UK: IWA Publishing.

Von Sperling M. (2007). Waste Stabilisation Ponds. (Vol. 3). London, UK: IWA Publishing.

Chernicharo, C. A. L. (2007). Anaerobic reactors. (Vol.4) UK: IWA publishing.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). Treatment wetlands (Vol. 7). London, UK: IWA publishing.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Martí, J., Pino, M., Víquez, J. (2018). Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguimiento y control de plantas de biogás de pequeña y mediana escala enfocadas al sector lechero en Chile. Viogaz.

Airton Kunz, et al. (2019). Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. / - Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 209 p. ISBN 978-85-93823-01-5.

Kadlec & Wallace (2009). Treatment wetlands. CRS Press.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling,

M. (2017). Treatment wetlands (Vol. 7). London, UK: IWA publishing.

Martí, J., Pino, M., Víquez, J. (2018). Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguimiento y control de plantas de biogás de pequeña y mediana escala enfocadas al sector lechero en Chile. Viogaz.

Di Bernardo, L.; Dantas, A.D. Métodos e técnicas de tratamento de água.

Richert, C. A. Azevedo Netto, J.M. Tratamento de Água.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto Semestre
Previas	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	65	129
Créditos	9		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego es la unidad curricular de cierre de la línea de riego del tramo Tecnólogo/a. Toma como punto de partida los métodos y sistemas estudiados en el semestre anterior y avanza sobre el diseño agronómico e hidráulico completo de los sistemas de riego por aspersión, localizado y por gravedad, sobre su operación y mantenimiento, y sobre la evaluación de su funcionamiento a campo.

El programa se organiza en tres módulos: (1) diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego a presión y por gravedad; (2) operación, mantenimiento y evaluación del funcionamiento de los distintos sistemas, incluyendo el tratamiento del agua de riego y la determinación de coeficientes de uniformidad; y (3) manejo de los excesos hídricos mediante sistematización de chacras y drenaje de perfil.

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con apoyo de presentaciones y material didáctico; el eje de aplicación práctica se concentra en las jornadas presenciales, con evaluaciones de sistemas de riego a campo, resolución de ejercicios de diseño y seminarios con exposición oral en grupos de 2 a 3 personas.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos y tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial. El curso tiene como objetivo brindar al estudiante conocimientos y habilidades básicas para resolver situaciones relacionadas con los diferentes métodos de riego y drenaje que pueden ser utilizados en la producción agropecuaria.

La idea es que el estudiante y futuro egresado, sea capaz de pensar en una producción agropecuaria sostenible con un manejo adecuado de los recursos disponibles, donde el agua es un insumo de producción que juega un rol determinante en la mejora de la rentabilidad. Los altos costos de producción, la presión por el cuidado del ambiente, obliga a los actuales diseñadores de sistemas de riego a desempeñarse con mucha cautela, donde el riego a demanda es cuestionado, por los altos costos de operación y por la competencia con otros usos del agua. Adquirir los conceptos básicos involucrados en el manejo de sistemas de riego y drenaje le permitirá al estudiante solucionar problemas relacionados con el uso racional del recurso hídrico en términos ambientales y económicos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Diseño Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego y tiene como objetivos de aprendizaje que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades en el diseño y manejo de los diferentes sistemas de riego y drenaje. Con la información aportada en el curso

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

el estudiante deberá ser capaz de seleccionar el sistema de riego y/o drenaje más adecuado, poder diseñar el mismo y operarlo adecuadamente en los diferentes sistemas de producción agropecuarios.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Conocimientos y habilidades para el manejo de los diferentes métodos de riego y drenaje.

Entrenamiento en el diseño agronómico e hidráulico de los diferentes sistemas de riego y drenaje.

Entrenamiento a campo para aprender evaluar el correcto funcionamiento de los sistemas de riego.

Conocimiento de manejo de cultivos regados. Sistematización de chacras y evacuación de excesos.

Adquirid los conocimientos básicos y aplicados para el correcto mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona estrechamente con las unidades de los semestres anteriores: Manejo de Cultivos Bajo Riego, Clima y Agrometeorología, Hidrología y con Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje. En relación a las próximas unidades semestrales se vincula con Equipos de bombeo, Ingeniería del Riego por gravedad, Ingeniería de riegos a presión, Hidráulica de Conducción e Hidrometría.

2.6. Contenidos mínimos:

Poder brindar los conocimientos necesarios para una adecuada elección, diseño y operación de los métodos de riego y drenaje para cada situación productiva y su manejo agronómico.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

Primer parcial: 30 %

Segundo parcial: 30 %

Evaluaciones continuas grupales (2 estudiantes), tareas domiciliarias: 40 %

Mecanismos de evaluación continua:

Se valorará la comprensión del tema, mediante una pregunta sencilla que permita al docente identificar casos particulares de falta de atención o problemas de aprendizaje.

Eventualmente podrá solicitarse la presentación de tareas domiciliaras (problemas a resolver).

Seminarios de exposición oral y participación en clase.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego por aspersión

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Realizar el diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego por aspersión estacionarios y de desplazamiento continuo, seleccionando los componentes adecuados a cada situación productiva.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Parámetros hídricos del suelo relevantes para el diseño agronómico de los diferentes sistema de riego por aspersión (velocidad de infiltración, agua disponible, capacidad decampo, umbral de riego)
- Aplicación de ecuaciones de estimación de pérdidas de carga
- Diseño hidráulico de sistema de riego por aspersión portátil y fija
- Diseño y selección de cañones de riego viajeros y autoenrollables
- Diseño y Operación de pívots centrales

4.1.3 Principales actividades:

- Seminarios con exposición oral en grupos de 2 a 3 personas para abordar el diseño de los diferentes sistemas de riego por aspersión

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de equipamiento), planillas de cálculo y equipamiento de evaluación a campo.

4.2 Unidad 2: Diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego localizado

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar agronómica e hidráulicamente sistemas de riego localizado para cultivos frutícolas y hortícolas, verificando el cumplimiento de las presiones de trabajo requeridas.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Aplicación de ecuaciones de estimación de pérdidas de carga
- Diseño de laterales, Diseño de tubería distribuidoras, diseño de tuberías principales
- Chequeo de presiones en los sistemas de riego localizado
- Diseño de sistemas de riego localizado en cultivos frutícolas y hortícolas.

4.2.3 Principales actividades:

- Seminarios con exposición oral en grupos de 2 a 3 personas para abordar el diseño de los diferentes sistemas de riego localizado.

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de equipamiento), planillas de cálculo y equipamiento de evaluación a campo.

4.3 Unidad 3: Diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego por gravedad

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Comprender la hidráulica del riego por superficie y realizar el diseño agronómico e hidráulico de sus distintas alternativas a partir de una prueba de campo.

4.3.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Hidráulica del riego por superficie: se describirán los procesos hidráulicos que gobiernan el movimiento del agua sobre la superficie del suelo
- Alternativas de riego por superficie: inundación, melga o faja y surcos
- Diseño agronómico e hidráulico a partir de una prueba de campo
- Análisis de los datos provenientes de una prueba de campo

4.3.3 Principales actividades:

- Seminarios con exposición oral en grupos de 2 a 3 personas para abordar el diseño de los diferentes sistemas de riego por gravedad.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de equipamiento), planillas de cálculo y equipamiento de evaluación a campo.

4.4 Unidad 4: Tratamiento del agua para riego localizado (filtrado)

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Conocer los métodos de filtrado del agua de riego y realizar el diseño básico de una planta de filtrado para un sistema de riego localizado.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Tratamiento del agua para riego localizado (filtrado)
- Descripción de los diferentes métodos de filtrado del agua de riego
- Tanque sedimentador, Hidrociclón , Filtro de grava/arena, Filtro de malla/disco
- Diseño básico de una planta de filtrado para un sistema de riego localizado

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicio de dimensionamiento de una planta de filtrado; reconocimiento de equipamiento de filtrado en el muestrario y en salidas de campo.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de equipamiento), planillas de cálculo y equipamiento de evaluación a campo.

4.5 Unidad 5: Operación, mantenimiento y evaluación de la uniformidad de riego

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Evaluar a campo la operación y la uniformidad de los sistemas de riego por aspersión y localizado, aplicando las metodologías y los coeficientes de uso internacional, y definir las tareas de mantenimiento necesarias.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Evaluación de la operación y de la uniformidad de riego en sistema de aspersión y localizados
- Metodologías para evaluar la uniformidad de riego en los diferentes sistemas de riego
- Calculo del Coeficiente de Uniformidad de Christiansen en sistema de aspersión estacionarios
- Calculo del Coeficiente de Uniformidad de Heermann y Hein en pivot central
- Calculo del Coeficiente de Uniformidad de Keller y Karmeli en sistema de riego localizados

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Calculo de la Uniformidad de distribución en sistemas de aspersión estacionaros, de desplazamiento continuo
- Y en riego localizado.
- Evaluación a campo de sistemas de riego por aspersión portátil, pivot central y localizado.
- Prueba de uniformidad de acuerdo a los normas internacionales, chequeo de presión de trabajo, lámina
- aplicada, velocidad del viento, caudal aplicado por los emisores y radio de mojado.

4.5.3 Principales actividades:

Evaluación a campo de sistemas de riego por aspersión portátil, pivote central y localizado; prueba de uniformidad según normas internacionales; procesamiento de datos, cálculo de coeficientes e informe de evaluación.

4.5.4 Recursos disponibles**:**

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de equipamiento), planillas de cálculo y equipamiento de evaluación a campo.

4.6 Unidad 6: Manejo de los excesos hídricos

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar los criterios de sistematización de chacras y los principios de diseño de redes de drenaje de perfil para evacuar los excesos hídricos sin generar erosión.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Sistematización de chacras de producción intensivas y extensivas: se verán criterios de sistematización con terrazas con la finalidad de evacuar los excesos hídricos sin generar erosión.
- Empleo de Método Racional para determinar el caudal pico de escurrimiento en los sistemas de terrazas agrícolas.
- Drenaje de perfil: se darán los principios básicos para el diseño de redes de drenaje de perfil del suelo.
- Parámetros hídricos básicos para un diseño de un sistema de drenaje de perfil del suelo (conductividad hidráulica, porosidad drenable, profundidad de la capa impermeable).

4.6.3 Principales actividades:

- Seminarios con exposición oral en grupos de 2 a 3 personas para abordar el diseño de los diferentes sistemas de drenaje superficial y del perfil del suelo.

4.6.4 Recursos disponibles:

Recursos disponibles: Presentaciones Power point, material bibliográfico, cañón, material didáctico (muestrario de algún equipamiento).

V. Bibliografía

Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D, Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 56. http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf

Hoffman, G., Evans, R., Jensen, M., Martín, D., Elliott, R. 2007. Design and operation of farm irrigation system. 2nd Edition

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Tarjuelo, J.M., 2005. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa.

Pascual, B. 1993. El riego: Principios y prácticas. Universidad Politécnica de Valencia

Pizarro, F. Riegos localizados de alta frecuencia. goteo, microaspersión, exudación.2ª Edición. Ed.Mundi-Prensa. 1990.

Villan Bajar, Maximo. Drenaje.2006

Al inicio de cada clase se dará la bibliografía complementaria correspondiente a cada tema que fue utilizada en el armado del teórico.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Potabilización de Agua		
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto Semestre		
Previas	Laboratorio de Análisis Ambiental		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad curricular aborda de manera integral el proceso esencial de garantizar agua de calidad para el consumo humano y uso industrial. En la Unidad 1, nos sumergimos en el abastecimiento de agua en Uruguay, explorando las fuentes superficiales y subterráneas, mientras evaluamos los desafíos y oportunidades regionales para asegurar un acceso sostenible al agua potable. Destacamos la importancia crítica de la potabilización, examinando la necesidad imperante de garantizar la calidad para el consumo humano y la identificación de riesgos asociados al suministro de agua no potable. En la Unidad 2, nos adentramos en las características del agua, abordando su muestreo y caracterización, así como sus aspectos físicos, químicos y microbiológicos. La Unidad 3 se centra en los estándares de calidad del agua para consumo humano y uso industrial, destacando la legislación vigente, especialmente la Unit 388-2018, y los requisitos específicos para el agua destinada a usos industriales. En la Unidad 4, exploramos los procesos convencionales para la potabilización, desde la captación y bombeo hasta la postalcalinización, detallando cada etapa crítica del tratamiento. En la Unidad 5, examinamos tecnologías avanzadas, como la desferrificación, ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración, adsorción e intercambio iónico, ampliando así el espectro de herramientas para abordar desafíos específicos en el tratamiento del agua. Finalmente, en la unidad 6 se trabajará sobre la gestión de los lodos generados durante la potabilización del agua. Este enfoque estructurado capacita a los estudiantes con conocimientos sólidos y habilidades prácticas para contribuir de manera significativa al vital campo de la potabilización del agua.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La relación entre el plan de enseñanza para la unidad curricular y el perfil de egreso se establece a través del desarrollo de habilidades y conocimientos que preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos en el campo de la potabilización del agua. Al completar la unidad curricular, los estudiantes estarán equipados con una comprensión integral de las propiedades del agua, normativas de calidad y tecnologías de tratamiento. Esta formación se alinea con el perfil de egreso al proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para contribuir al manejo sostenible del recurso hídrico, aplicar normativas en la práctica profesional y desarrollar soluciones eficientes y responsables en el ámbito de la potabilización del agua, tanto para el consumo humano como para uso industrial. Además, se fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de análisis, habilidades esenciales para abordar desafíos emergentes en el campo del tratamiento de aguas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Analizar desafíos y oportunidades en el acceso sostenible al agua potable, explorando fuentes superficiales y subterráneas.

Identificar la crítica necesidad de garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Evaluar y comprender los riesgos asociados al suministro de agua no potable.

Adquirir conocimientos fundamentales sobre las propiedades y características del agua, comprendiendo su relevancia en el contexto de la potabilización.

Familiarizarse con los estándares de potabilización y las normativas regulatorias que rigen la calidad del agua destinada al consumo humano y su aplicación en contextos industriales.

Comprender las etapas esenciales de los procesos convencionales empleados en el tratamiento del agua.

Analizar y evaluar las tecnologías de tratamiento del agua utilizadas en la actualidad, destacando sus aplicaciones específicas y su eficacia en la obtención de agua segura y de alta calidad.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Capacidad reflexiva y actitud crítica en temas vinculados a la unidad curricular.

Habilidad para el relevamiento de información, sistematizar y sintetizar información de diversas fuentes.

Capacidad para la elaboración de hipótesis y comunicación oral y escrita.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares de la carrera facilitará al estudiante a integrar desde una mirada holística los conocimientos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1. Introducción a la potabilización de aguas.

Unidad 2. Características del agua.

Unidad 3. Estándares de calidad del agua para consumo humano y uso industrial.

Unidad 4. Procesos convencionales para la potabilización del agua.

Unidad 5. Tecnologías avanzadas para la potabilización.

Unidad 6. Gestión de lodos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Trabajo en equipo.

Habilidad de investigación.

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 024/DA/2020.

Mecanismos de evaluación: SCP2

Primera evaluación = 30%

Segunda evaluación = 30%

Evaluación Continua = 40%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la potabilización de aguas

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Desarrollar en los estudiantes una comprensión profunda del abastecimiento de agua en Uruguay, examinando fuentes superficiales y subterráneas, y analizando los desafíos y oportunidades regionales.
- Abordar la necesidad crítica de potabilizar el agua para consumo humano, identificando riesgos asociados con el suministro no potable.
- Introducir conceptos fundamentales de potabilización, objetivos y beneficios, y analizar los retos del tratamiento del agua, promoviendo la discusión sobre soluciones y avances tecnológicos en este campo.

4.1.2 Listado de contenidos:

Abastecimiento de agua en Uruguay: Exploración de desafíos y oportunidades regionales, enfocándose en fuentes superficiales y subterráneas para asegurar un acceso sostenible al agua potable.

Importancia de la potabilización del agua: Discusión sobre la crítica necesidad de garantizar la calidad para consumo humano, identificando los riesgos asociados al suministro de agua no potable.

Conceptos básicos y retos en la potabilización: Introducción a principios y beneficios de la potabilización, abordando desafíos comunes en el tratamiento del agua, seguido de soluciones y avances tecnológicos.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica para el desarrollo de los conceptos y actividades en grupos.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Características del agua

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer las técnicas de muestreo y las características microbiológicas, físicas y químicas del agua que influyen en su calidad.

4.2.2 Listado de contenidos:

Muestreo y caracterización del agua. Características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

4.2.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, realización de ejercicios y de trabajos en grupos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Estándares de calidad del agua para consumo humano y uso industrial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Interpretar las normativas vigentes que regulan la calidad del agua potable, centrándose en la comprensión detallada de la Unit 388-2018 en Uruguay.
- Analizar los aspectos específicos relacionados con la potabilización del agua destinada al uso industrial, identificando las adaptaciones y consideraciones particulares en comparación con la calidad del agua para consumo humano.

4.3.2 Listado de contenidos:

Legislación vigente en Agua Potable Requisitos - Unit 388-2018.

Requerimientos de calidad del agua para uso industrial en diferentes contextos.

4.3.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, realización de ejercicios y de trabajos en grupos.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.4 Unidad 4: Procesos convencionales para la potabilización del agua

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Desglosar y comprender las diferentes etapas del proceso convencional para la potabilización del agua, desde la captación y bombeo hasta la pós-alcalinização, desinfecção e fluoretação, incluyendo el papel crucial de la coagulación, floculación, decantación, filtración y reservorios.
- Comprender las adaptaciones necesarias a los sistemas convencionales en función de la calidad del agua bruta.

4.4.2 Listado de contenidos:

Captación.
Bombeo.
Pretratamiento.
Coagulación.
Floculación.
Decantación.
Filtración.
Postalcalinización, desinfección y fluoración.

Reservorios.

4.4.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, realización de ejercicios y de trabajos en grupos, además de salidas de campo.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5 Unidad 5: Tecnologías avanzadas de potabilización

4.5.1 Objetivo de la unidad:

- Explorar de manera precisa y concisa las tecnologías avanzadas de desferrificación, ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración, adsorción e intercambio iónico, proporcionando a los estudiantes un conocimiento detallado de sus aplicaciones y eficacia en el proceso de potabilización del agua.

4.5.2 Listado de contenidos:

Desferrificación.

Osmosis Inversa.

Nanofiltración y Ultrafiltración.

Adsorción.

Intercambio Iónico.

4.5.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, realización de ejercicios y de trabajos en grupos, además de salidas de campo.

4.5.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.6 Unidad 6: Gestión de lodos

4.6.1 Objetivo de la unidad:

- La unidad tiene como objetivo que los estudiantes estén capacitados para comprender e implementar estrategias efectivas de gestión de lodos en sistemas de potabilización de aguas, garantizando la minimización de impactos ambientales y el cumplimiento de normativas.

4.6.2 Listado de contenidos:

Características y tipos de lodos.

Estimación de la generación de lodos.

Métodos para el tratamiento y valorización de lodos.

Disposición final de lodos.

4.6.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos y realización de actividades en grupos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

V. Bibliografía

Di Bernardo, L.Dantas, A.D. “Métodos e técnicas de tratamento de água.

Richert, C. A. Azevedo Netto, J.M. “Tratamento de Água”.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - Unit 388-2018

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Fertiirrigación en Cultivos Intensivos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto semestre		
Previas	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Fertirrigación en Cultivos Intensivos aborda la aplicación de fertilizantes a través del agua de riego como práctica central de la producción intensiva moderna. La unidad recorre los

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

fundamentos y la importancia de la fertirrigación, la evaluación de la calidad del agua para riego, las fuentes de fertilizantes y la preparación de soluciones nutritivas, la selección y calibración de los equipos de inyección, el uso de ácidos, el monitoreo de conductividad eléctrica y pH, el manejo y la evaluación de los sistemas de fertirriego, su automatización y, finalmente, una introducción a la fitorremediación como alternativa de tratamiento.

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con apoyo de presentaciones y lecturas dirigidas; el eje de aplicación práctica se concentra en las jornadas presenciales, con preparación de soluciones nutritivas, calibración de inyectores, uso de medidores de conductividad y pH, y resolución de casos de manejo con datos reales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad aporta a las Áreas de Dominio 1 y 2 del tramo Tecnólogo/a: por un lado, al manejo y mantenimiento de sistemas de riego —la fertirrigación es una de las principales causas de obstrucción de emisores y de pérdida de uniformidad—; por otro, a la prevención de problemas ambientales generados en las actividades productivas, ya que un manejo inadecuado de la fertirrigación es una fuente directa de contaminación difusa por nutrientes hacia las aguas superficiales y subterráneas. Habilita al egresado a asesorar a productores intensivos sobre una nutrición precisa, eficiente y ambientalmente responsable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Desarrollar conocimientos necesarios para comprender los fundamentos e importancia de la fertirrigación.
- Aprender a evaluar la calidad del agua para riego y fertirrigación.
- Conocer las diferentes fuentes de fertilizantes y cómo preparar soluciones nutritivas.
- Aprender a seleccionar, instalar y calibrar equipos de inyección de fertilizantes. Beneficios, riesgos y precauciones del uso de ácidos para control del pH, prevención y la remoción de obstrucciones, y limpieza de los sistemas de riego.
- Aprender técnicas de monitoreo de conductividad eléctrica y pH.
- Manejar y evaluar sistemas de fertirriego.
- Conocer los sistemas de automatización para el control y programación de los sistemas de fertirriego.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de evaluar la calidad del agua de riego e identificar los riesgos de obstrucción, precipitación de sales y desarrollo biológico.
- Capacidad de seleccionar fuentes de fertilizantes y preparar soluciones nutritivas compatibles y estables.
- Capacidad de seleccionar, instalar y calibrar equipos de inyección de fertilizantes.
- Capacidad de monitorear e interpretar conductividad eléctrica y pH y ajustar en consecuencia la fertirrigación.
- Capacidad de evaluar el desempeño y la uniformidad de un sistema de fertirriego y de proponer medidas correctivas.
- Actitud responsable en el manejo de productos químicos y en la prevención de la contaminación del agua.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Tiene como previa a Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje y se apoya en Química Ambiental, Laboratorio de Análisis Ambiental, Manejo de Suelos, Fisiología Vegetal y Manejo de Cultivos Bajo Riego. Se articula con Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego, que se dicta en el mismo semestre, y es antecedente de Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego.

2.6. Contenidos mínimos:

Fundamentos e importancia de la fertirrigación; ventajas y desventajas. Calidad del agua para riego y fertirrigación: salinidad, alcalinidad, pH, dureza y contenido de hierro; riesgos de obstrucción. Fuentes de fertilizantes y preparación de soluciones nutritivas. Selección, instalación y calibración de equipos de inyección. Uso de ácidos para el control del pH y la limpieza de los sistemas. Técnicas de monitoreo de conductividad eléctrica y pH. Manejo y evaluación de sistemas de fertirriego. Sistemas de automatización. Introducción a la fitorremediación.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de calificación – según CIRCULAR 024/DE/2020 (SCP 2)

Primera evaluación = 30%.

Segunda Evaluación = 30%.

Evaluación Continua = 40%.

Proyecto y/o trabajo para entrenamiento previo a las evaluaciones. Participación, lectura de artículos (presentación y discusión), prácticas de laboratorio y/o campo. Aula invertida como metodología.

Estrategias pedagógicas planteadas

- Dictado mediante instrucción directa presenciales, con ejemplos numéricos prácticos de experiencias nacionales e internacionales.
- Implementación de aula invertida para identificar nivel de dominio de conocimientos en el área.
- Se realizarán visitas a sistemas de riego a presión existentes (en alianza con sector empresarial nacional).

La evaluación continua consistirá en:

Asistencia a sesiones de clases con participación activa (discusiones).

Elaboración de tareas domiciliarias, tanto grupal como individual.

Programa de Fertirriego

- Casos teórico – prácticos;
- Ensayo practico en el invernadero;
- Búsqueda y lectura de documentos científicos;
- Revisión de catálogos y hojas de especificaciones técnicas comerciales;
- Estudios de casos reales con entrega de reporte oral y escrito;
- Prácticas presenciales de campo, entrega de reporte escrito;

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Capacidad de resolución de problemas enfocado en desarrollo sostenible, iniciativa, metodología y razonamiento crítico.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la fertirrigación

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el fundamento y la importancia de la fertirrigación, describiendo el sistema y valorando sus ventajas y sus limitaciones.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Descripción del sistema de fertirrigación.
- Ventajas de la Fertirrigación: Aplicación precisa y oportuna de nutrientes. Mejora de la eficiencia del uso del agua y los fertilizantes. Posibilidad de ajustar rápidamente la nutrición de las plantas en función de su estado y las condiciones climáticas.
- Desventajas de la Fertirrigación: Requiere una inversión inicial significativa en equipos. Necesita un monitoreo y manejo cuidadoso para evitar la sobrefertilización y la contaminación del agua subterránea. Riesgo de obstrucción de los emisores de riego si no se maneja correctamente.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; lecturas dirigidas y discusión de casos.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Calidad del agua para riego

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Evaluar la calidad del agua para riego y fertirrigación e identificar los riesgos de obstrucción de los emisores.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Parámetros de calidad del agua: salinidad, alcalinidad, pH, dureza, contenido de hierro. Riesgo de obstrucción debido a la precipitación de sales o la proliferación de algas y bacterias.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; interpretación de análisis de agua reales y clasificación del riesgo de obstrucción.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, informes de análisis de agua, normativa de referencia y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Fuentes de fertilizantes y soluciones nutritivas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Conocer las características, ventajas y desventajas de los fertilizantes aplicables por fertirriego y preparar soluciones nutritivas adecuadas al cultivo y al agua disponible.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Características, ventajas y desventajas de los diferentes fertilizantes que se pueden aplicar por fertirriego. Preparación de soluciones nutritivas.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; práctica de preparación de soluciones nutritivas y verificación de compatibilidades; ejercicios de cálculo de dosis.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, tablas de solubilidad y compatibilidad, laboratorio y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Selección y diseño de equipos de inyección de fertilizantes

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Seleccionar, instalar y calibrar los equipos de inyección de fertilizantes según las características del sistema de riego.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Tipos de inyectores, funcionamiento, selección, instalación y calibración.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; práctica de instalación y calibración de inyectores tipo Venturi, tanque y bomba dosificadora.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, equipos de inyección, catálogos técnicos y plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Uso de ácidos

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar con seguridad el uso de ácidos para el control del pH, la prevención y remoción de obstrucciones y la limpieza de los sistemas de riego.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Beneficios, riesgos y precauciones del uso de ácidos para el control del pH, la prevención y la remoción de obstrucciones, y la limpieza de los sistemas de riego.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de cálculo de dosis de ácido; análisis de protocolos de seguridad y de uso de elementos de protección personal.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, fichas de seguridad de productos y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Técnicas de monitoreo de conductividad eléctrica y pH

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Utilizar medidores de conductividad y pH e interpretar sus resultados para el ajuste de la fertirrigación.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Uso de medidores de conductividad y pH. Interpretación de los resultados y ajuste de la fertirrigación.

4.6.3 Principales actividades:

Práctica de calibración y uso de medidores de conductividad y pH; registro e interpretación de series de datos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Medidores de conductividad y pH, soluciones patrón, material bibliográfico y presentaciones de clase.

4.7 Unidad 7: Manejo y evaluación de sistemas de fertirriego

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Manejar y evaluar sistemas de fertirriego, ajustando dosis y frecuencias a partir del monitoreo del estado hídrico y nutricional del cultivo.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Técnicas y herramientas para el manejo óptimo de los sistemas de fertirriego. Monitoreo
- del estado hídrico y nutricional de los cultivos. Ajuste de las dosis y las frecuencias de riego y fertirrigación. Evaluación del desempeño y la uniformidad de los sistemas de riego.

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; evaluación de desempeño y uniformidad de un sistema de fertirriego a partir de datos de campo; elaboración de recomendaciones de ajuste.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones de clase, planillas de cálculo, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.8 Unidad 8: Sistemas de automatización

4.8.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer los componentes y las opciones de automatización disponibles para el control y la programación del fertirriego.

4.8.2 Listado de contenidos:

- Ventajas, componentes y opciones de los sistemas de automatización para el control y la programación de fertirriego.

4.8.3 Principales actividades:

Clase teórica; demostración y reconocimiento de controladores y sensores; análisis de configuraciones comerciales.

4.8.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones de clase, controladores y sensores de demostración, catálogos técnicos y plataforma virtual.

4.9 Unidad 9: Fitorremediación

4.9.1 Objetivos de la unidad:

Introducir el concepto de fitorremediación como alternativa de bajo costo para la inmovilización y remoción de contaminantes asociados a la producción intensiva.

4.9.2 Listado de contenidos:

- Definición, tipos de fitorremediación, ventajas y desventajas, fitoestabilización: plantas que absorben los contaminantes y los inmovilizan en su interior, aplicabilidad y bajo costo.

4.9.3 Principales actividades:

Clase teórica, lecturas dirigidas y análisis de experiencias de aplicación.

4.9.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios y de práctico, y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

Cadahía López, C. (2005). Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa.

Kafkafi, U., & Tarchitzky, J. Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua.

Moya Talens, J. A. (2017). Manual básico de cultivo localizado. Riego y fertirrigación.

Ediciones Mundi-Prensa.

Pizarro, F. (1987). Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF). Goteo microaspersión, exudación. Mundi-Prensa.

Taha, A. M. (2022). Fertigation: A Pathway to Sustainable Food Production: Basics and

Applications. Springer Nature.

Tarjuelo, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Mundi-Prensa.

Yagüe, J. L. (2003). Técnicas de Riego. (4º ed.). Mundi-Prensa, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 4ª. Ed.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Operación y Procesos Unitarios		
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto Semestre		
Previas	Biotecnología Ambiental, Efluentes y Residuos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La asignatura presenta las operaciones unitarias básicas, y los principales procesos (físicos, químicos, fisicoquímicos y microbiológicos) que intervienen en el tratamiento de agua, ya sea para potabilizarla o para tratar efluentes. Además, el curso brinda al participante una introducción que le permita comprender la interrelación de procesos dentro de la línea de tratamiento de agua. Los ejemplos y ejercicios se plantean considerando el tratamiento contextos: municipales, industriales y agroindustriales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad se relaciona con el perfil de egreso de una forma estrecha, ya que proporciona al participante un conocimiento sobre las operaciones unitarias básicas, y los principales procesos que intervienen en la potabilización y depuración del agua.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Adquirir una comprensión sólida de los principios fundamentales de las operaciones unitarias y los procesos relevantes en el tratamiento de agua.
- Desarrollar una base de conocimientos para que el participante pueda diseñar proceso de tratamiento, guiar el monitoreo y solucionar problemas de operación.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad para explicar los conceptos relacionados con las operaciones unitarias y los procesos de tratamiento de aguas.

Habilidad para seleccionar y aplicar las técnicas y tecnologías adecuadas para el tratamiento de agua según las necesidades específicas.

Identificar las variables críticas en los procesos más utilizados para el tratamiento de agua que permitan guiar el monitoreo y solucionar problemas de operación.

Competencia en la interpretación y elaboración de diagramas de flujo de procesos de tratamiento de agua.

Habilidad para llevar a cabo prácticas de laboratorio y experimentos relacionados con las operaciones unitarias y los procesos de tratamiento de aguas.

Competencia en la comunicación efectiva de conceptos y resultados en el ámbito del tratamiento de agua.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular incorpora y vincula conceptos trabajados en: Efluentes y Residuos, así como Biotecnología ambiental, y se fundamenta en conocimientos adquiridos en asignaturas como Química ambiental y general, Físico-Química en Solución Acuosa, Física I y II. Además, sirve de introducción para el curso de Ingeniería de procesos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Operaciones unitarias básicas de: transferencia de masa, transferencia de calor, mecánicas y de mezcla.

Unidad 2: Procesos físicos: Filtración, Sedimentación

Unidad 3: Procesos químicos: Coagulación y floculación

Unidad 4: Procesos fisicoquímicos: Oxidación Avanzada

Unidad 5: Interrelación de procesos en el tratamiento de agua

Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en aplicación de los conceptos teóricos a problemas prácticos relacionados a la unidad. Implementar los conocimientos adquiridos en ejercicios prácticos y prácticas de laboratorio que permita un mayor entendimiento de la teoría. En este eje también se hará hincapié en las instancias presenciales en realizar prácticas de laboratorio para que el estudiante visualice de mejor forma los conceptos teóricos

Integración con otras Unidades Curriculares: Se espera que esta unidad se relacione con las demás mediante el proyecto integrador.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Primer Parcial 30%

Segundo Parcial 30%

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Participación en la plataforma virtual.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Operaciones unitarias básicas

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer los conceptos básicos de operaciones unitarias relevantes para el tratamiento de aguas y su ubicación en las líneas convencionales de tratamiento.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción

Operaciones de transferencia de masa

Difusión

Absorción

Adsorción

Operaciones de transferencia de calor

Evaporación

Calentamiento

Operaciones mecánicas y físicas

Separación solida – liquido: Sedimentación

Filtración

Ósmosis Inversa

Flotación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Operaciones de mezcla

Agitación

Mezcla

4.1.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos, discusión y ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, normativas, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Procesos físicos: Filtración

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Abordar los distintos tipos de procesos físicos para el tratamiento de efluentes, en este caso se focalizará en la filtración.

4.2.2 Listado de contenidos:

Procesos físicos: Filtración

Generalidades de la filtración

Medio filtrante

Mecanismo filtración

Modelos matemáticos

Condiciones de empleo y punto óptimo de trabajo

Filtración mediante lecho

Filtración mediante soporte

Filtración mediante membranas

Otros tipos de filtración

Ejercicios de filtración

4.2.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, normativas, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3 Unidad 3: Procesos químicos: Coagulación y floculación

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer el proceso fisicoquímico de coagulación y floculación como sistema de tratamiento de efluentes municipales, industriales y agroindustriales y los mecanismos de los mismos.

4.3.2 Listado de contenidos:

Introducción

Fundamentos teóricos de coagulación y floculación

Reactivos químicos empleados

Selección de coagulante-floculante

Preparación y dosificación de reactivos

Optimización en la dosificación de reactivos

Aplicación de los coagulantes y floculantes

Ejercicios

4.3.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.4 Unidad 4: Procesos fisicoquímicos: oxidación avanzada y desinfección

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer el proceso de oxidación avanzada, así como los distintos tipos de tratamientos primarios.

4.4.2 Listado de contenidos:

Introducción

Dependencia de la biodegradabilidad del efluente

Contaminantes objetivo

Oxidación

Configuración de sistemas

Procesos de oxidación avanzada

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Tecnologías establecidas de desinfección

4.4.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.5 Unidad 5: Interrelación de procesos en el tratamiento de agua

4.5.1 Objetivo de la unidad:

- Integrar los conocimientos adquiridos durante las asignaturas de prerrequisito y las 4 unidades previas, mediante la introducción a diagramas de flujo del proceso de tratamiento convencionales de potabilización y tratamiento de efluentes.

4.5.2 Listado de contenidos:

Introducción

Revisión del proceso convencional de potabilización

Identificación de las operaciones unitarias básicas y los procesos en las líneas de potabilización convencionales.

Repaso de procesos microbiológicos

Introducción al proceso convencional de tratamiento de efluentes

Identificación de las operaciones unitarias básicas y los procesos en las líneas de tratamiento de efluentes.

4.5.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.5.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.6 Unidad 6: Problemas, usos y normativas del recurso hídrico

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Comprender y conocer los problemas, los usos y las normativas que rigen los recursos hídricos.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Usos de los recursos hídricos
- Conflictos en el uso y aprovechamiento de las aguas.
- Reserva de recursos Hídricos
- Análisis de riesgos ante eventos naturales
- Marco Regulatorio nacional

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Marco regulatorio internacional

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de conflictos por el uso del agua; búsqueda e interpretación de normativa nacional e internacional.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.7 Unidad 7: Bases para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Comprender y conocer la gestión integrada de recursos hidricos.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Planificación de la gestión del agua
- Gestión estratégica dentro de los grupos de interés de la cuenca
- Sistema nacional de gestión de los recursos hídricos.
- Protección del agua y derechos de uso del agua
- Estrategias sostenibles para el uso del agua

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; trabajo grupal de elaboración de una propuesta de gestión para una cuenca del país, con presentación oral y entrega de informe.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

Linvil G. Rich. Unit Processes of Sanitary Engineering — Unit Operation of Sanitary Enginieering. John Wiley y Sons 1961

Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering. Treatment and reuse

Henze et. al., Biological wastewater treatment: Principles, modelling and Design. IWA publishing

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

<table>
<tr><th colspan="4">I. Identificación de la Unidad Curricular</th></tr>
<tr><td>Nombre de la Carrera y Plan de Estudios</td><td colspan="3">Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026</td></tr>
<tr><td>Nombre de la Unidad Curricular</td><td colspan="3">Gestión Integrada de Recursos Hídricos.</td></tr>
<tr><td>Ubicación en el Plan de Estudios</td><td colspan="3">Sexto Semestre</td></tr>
<tr><td>Previas</td><td colspan="3">Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay / Ecología Agraria y Sustentabilidad.</td></tr>
<tr><td>Carácter</td><td colspan="3">Obligatoria.</td></tr>
<tr><td>Modalidad</td><td colspan="3">Semipresencial</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Carga horaria (en horas)</td><td>Horas de clase</td><td>Trabajo autónomo</td><td>Horas totales</td></tr>
<tr><td>64</td><td>56</td><td>120</td></tr>
<tr><td>Créditos</td><td colspan="3">8</td></tr>
<tr><th colspan="4">II. Descripción de la Unidad Curricular</th></tr>
<tr><td colspan="4">2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Uc de Gestión Integrada de Recursos Hídricos tiene como objetivos proporcionar estudiantes las bases teóricas para analizar las características estructurales y funcionales de los sistemas hidrográficos. Incorporar los fundamentos conceptuales y operativos para abordar la cuenca hidrográfica como unidad de análisis y manejo ambiental. Analizar las interacciones que se producen en los distintos sub-sistemas componentes del ciclo del agua en la naturaleza y el uso y manejo de los recursos hídricos a distintas escalas espaciales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Aplicar los principios, conceptos y normas para enfrentarse a la resolución de problemas reales asociados a la unidad temática, así como con conocimientos teóricos suficientes que le permitan continuar su educación en las materias subsecuentes de la carrera.

2.3. Objetivos de aprendizaje:</td></tr>
</table>

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funciona y se realiza análisis ambiental y gestión de los recursos hídricos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar, formular y resolver problemas relacionados con la gestión de Recursos Hídricos.

Concebir, diseñar, elaborar y desarrollar proyectos de recuperación y protección de los recursos Hídricos.

Aplicar los principios básicos de gestión de recursos hídricos, a partir de una necesidad específica para la solución de problemas de aplicación del agua, utilizando estos conocimientos con sencillez y de forma honesta, responsable, eficiente y creativa.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas que posibilitan la mejor resolución de problemas en cuencas hidrográficas.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

En el curso de Gestión Integrada de Recursos Hídricos es necesario el conocimiento en los impartidos en los cursos de Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay y Ecología Agraria y Sustentabilidad; se analizan los principios y fundamentos, para el desarrollo del curso

2.6. Contenidos mínimos:

Concepto de recurso natural y distribución global de los recursos hídricos. El ciclo hidrológico: interacciones atmósfera-hidrosfera-litosfera, componentes, procesos y modelos cuantitativos. Las aguas continentales: sistemas fluviales, lagos, acuíferos y sus usos múltiples. La cuenca hidrográfica como unidad de planificación, estudio y gestión; delimitación y caracterización morfométrica. El sistema de la cuenca: complejo físico, uso del suelo, factores socioeconómicos e institucionales, erosión, sedimentación e inundaciones. Problemas, usos, conflictos y marco regulatorio nacional e internacional del recurso hídrico. Bases para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos: planificación, gestión estratégica con los grupos de interés, sistema nacional de gestión, protección del agua, derechos de uso y estrategias sostenibles.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP2

Primera evaluación = 30%

Segunda Evaluación = 30%

Evaluación Continua = 40% (Participación en clase = 50%, Desarrollo de actividades propuestas = 50%)

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma Moodle (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a los Recursos Hídricos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Presentar los conceptos iniciales asociados a los Recursos Hídricos.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Concepto de recurso natural y clasificación de los recursos naturales.
- Distribución global de los recursos hídricos, importancia y conflictos.
- Los sistemas hidrológicos: estructuración, interacciones y funcionamiento.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica de presentación de la unidad curricular; lecturas dirigidas y discusión inicial sobre la distribución y los conflictos por el agua.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Ciclo Hidrológico

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Entender el ciclo Hidrológico con sus interacciones atmosféricas, sus componentes, los procesos en sus distintos sistemas ambientales, los modelos cuantitativos y las Cuencas.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Interacciones atmósfera- hidrosfera- litosfera.
- Los componentes del ciclo hidrológico.
- Procesos hidrológicos en los distintos sistemas ambientales (húmedos y áridos).
- Modelos cuantitativos de los procesos hidrológicos.
- Las cuencas experimentales y representativas: estudio de casos

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de estudios de caso de cuencas experimentales y representativas; ejercicios de aplicación de modelos cuantitativos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.3 Unidad 3: Las aguas continentales

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Comprender la distribución de las aguas continentales, los sistemas fluviales sus procesos. Cuencas Hidrográficas, Lagos y los principales Acuíferos del Uruguay.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Distribución de las aguas continentales.
- Los sistemas fluviales y sus procesos.
- Lagos: aspectos limnológicos e hidrológicos.
- Caracterización de acuíferos. Estructura, funcionamiento y capacidad de aprovechamiento.
- Vulnerabilidad de acuíferos y criterios para un manejo racional de las aguas subterráneas.
- Usos múltiples del agua.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; caracterización de los principales acuíferos del país; discusión de criterios de manejo racional de las aguas subterráneas.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.4 Unidad 4: Cuenca hidrográfica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Comprender la cuenca como unidad de planificación, conservación y estudio.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Definición y descripción de una cuenca hidrográfica.
- La cuenca como unidad de planificación, estudio y gestión del desarrollo y conservación de los recursos naturales.
- Delimitación y presentación de las características de una cuenca.
- Caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas propuestas de zonificación ambiental para el manejo sustentable.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; práctica de delimitación y caracterización morfométrica de una cuenca con herramientas SIG; propuesta de zonificación ambiental.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.5 Unidad 5: Sistema de la cuenca hidrográfica

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Entender la cuenca y las influencias que sufre del medio donde se encuentra, factores socioeconómicos e institucionales.

4.5.2 Listado de contenidos:

- El complejo físico de la cuenca.
- Comportamiento de la cuenca hidrográfica. Influencia del bosque, monte implantado, pastizales y cultivos.
- Factores geomorfológicos y estructurales. Uso del suelo.
- Factores socioeconómicos e institucionales.
- Daños por erosión, sedimentación e inundaciones.
- Movimiento del agua en laderas. Generación de la escorrentía superficial, subsuperficial, subterránea y de avenida.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de casos de daños por erosión, sedimentación e inundaciones; discusión sobre la influencia del uso del suelo en el comportamiento de la cuenca.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.6 Unidad 6: Problemas, usos y normativas del recurso hídrico

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Comprender y conocer los problemas, los usos y las normativas que rigen los recursos hídricos.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Usos de los recursos hídricos
- Conflictos en el uso y aprovechamiento de las aguas.
- Reserva de recursos Hídricos
- Análisis de riesgos ante eventos naturales
- Marco Regulatorio nacional
- Marco regulatorio internacional

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de conflictos por el uso del agua; búsqueda e interpretación de normativa nacional e internacional.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

4.7 Unidad 7: Bases para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Comprender y conocer la gestión integrada de recursos hidricos.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Planificación de la gestión del agua
- Gestión estratégica dentro de los grupos de interés de la cuenca

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Sistema nacional de gestión de los recursos hídricos.
- Protección del agua y derechos de uso del agua
- Estrategias sostenibles para el uso del agua

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; trabajo grupal de elaboración de una propuesta de gestión para una cuenca del país, con presentación oral y entrega de informe.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, normativa y documentos institucionales, software SIG y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Achkar, M. Domínguez, A. y Pesce, F. Diagnóstico socioambiental participativo en Uruguay. Programa Uruguay Sustentable. REDES-AT. Montevideo. 2004

Achkar, M. Cayssials, R. Domínguez, A. y Pesce, F. Hacia un Uruguay Sustentable: gestión integrada de cuencas hidrográficas. Programa Uruguay Sustentable. REDES-AT. Montevideo. 2004.

Achkar, M. Domínguez, A. y Pesce, F. Recursos hídricos en el Uruguay e importancia de las cuencas hidrográficas. En: Revista de la Educación del Pueblo. Nº 94. Mayo-junio-julio-2004. pp 44-49.

Achkar, M. Hacia una gestión sustentable del agua y Propuesta para una gestión sustentable de los recursos hídricos. Programa Uruguay Sustentable. REDES-AT. Montevideo. 2003.

Achkar, M. et al. Agua. Diagnóstico y propuestas hacia una gestión más sustentable. En: Uruguay Sustentable. Una propuesta ciudadana. Programa Uruguay Sustentable. REDES-AT. Montevideo. Diciembre 2000. Pp 401-449.

Agencia Nacional de Aguas EvolU< ao da organizac;ao e implementac;ao da gestao de bacias no Brasil. A.N.A. Brasilia. 2002.

Aparicio, Francisco. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa. México. 1989.

Bethemont, J. Geografíá de la utilización de las aguas continentales. Elementos de Geografía. Oikus-Tau. Barcelona. 1980.

Cayssials, R. Programa de Microcuencas Piloto: un nuevo abordaje para la conservación de suelos y aguas a nivel de las pequeñas y medianas empresas agropecuarias. En: Domínguez,A. y Prieto.R. (Coord.) Perfil Ambiental del Uruguay 2000. Editorial Nordan Comunidad. Montevideo. 2000. pp 153-165

Chorley, Richard. lntroduction to Geographical Hydrology. Editorial Methuen Co. Londres. 1971.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Dirección Nacional de Hidrografía. División de Recursos Hídricos.

Aprovechamiento de los Recursos Hídricos Superficiales. Zafra 89/90. M.T.O.P. Montevideo. 1990.

Domínguez, A. La gestión sustentable del agua en Uruguay. Programa Uruguay Sustentable. REDES-AT. Montevideo. Junio 2003.

Domínguez, A. y Pesce, F. Los recursos naturales y las relaciones internacionales. En: Revista de la Educación del Pueblo. Nº 89. Marzo- abril 2003. pp 51-54.

Domínguez, A. y Pesce, F. El sistema hidrológico: ocurrencia, uso y manejo del agua. En: Revista de la Educación del Pueblo. Nº 90. Mayo-junio 2003. pp 14-19

Dourojeanni, A. y Jouravlev, A. Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL/ECLAC. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Nº 51. Santiago de Chile. Diciembre 2002.

Dourojeanni, A. Jouravlev, A. y Chávez, G. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL/ECLAC. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Nº 47. Santiago de Chile, agosto 2002.

Dourojeanni, A. y Jouravlev, A. Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL. 16 de diciembre de 1999.

FAO Aquastat Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio ambiente rural de la FAO. http:www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/regions/lac/indexesp4.stm

Jouravlev, A. Los municipios y la gestión de los recursos hídricos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL. Santiago de Chile. Noviembre de 2003.

Kiely, G. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Ed. Me. Graw- Hill/ lnteramericana de España. Madrid. 1999.

Montaña, J. El acuífero Salto: un recurso hídrico cenozoico. En: Verolansky, G. et al.

Cuencas Sedimentarias de Uruguay. DIRAC. Facultad de Ciencias. Montevideo. 2004. pp 315-332

OEA Diagnóstico ambiental transfronterizo de la Cuenca del Río Bermejo. Buenos Aires. Mayo 2000.

Parlamento. Decreto Ley- Ley Nº 18.61O POLÍTICA NACIONAL DE AGUAS. Publicada O.O. 28 oct/009 Nº 27845

Paralemento. Constitución. Artículo 47. https://www.impo.eom.uy/bases/constitucion/1967- 1967/47

Polaris lnstitute Arrebato global del Agua. Canadá. Enero 2003.

Querol, M. Estudio sobre los Convenios y Acuerdos de cooperación entre los países de América Latina y el Caribe, en relación con sistemas hídricos y cuerpos de agua transfronterizos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Nº 64. Santiago de Chile. Noviembre de 2003.

Sala Sanjaume, M. y Batalla Villanueva, R. Teoría y Métodos en Geografía Física. Ed. Síntesis. Madrid. 1999.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Strahler, A. y Strahler, Arthur. Geografía Física. Editorial Omega. Barcelona. 2000

Tricart Jean. Kilian Jean. La Eco-Geografía y la Ordenación del Medio Natural. Editorial Anagrama.Barcelona. 1982.

UNESCO. Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de America del Sur. Editorial de UNESCO. Montevideo. 1982.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador VI		
Ubicación en el Plan de Estudios	Sexto Semestre		
Previas	Todas las UCs del 5to Semestre		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Proyecto Integrador tiene como objetivo general promover la integración de los conocimientos prácticos y académicos, la investigación participativa y la intervención situando al alumno en

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

escenarios reales, en permanente contacto con el medio dónde realizará su trabajo profesional, logrando incorporar el saber, el saber ser y el saber hacer.

Se trabaja en interacción con las demás Unidades Curriculares (UC), promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. Se brindan talleres de formación, uso de herramientas y habilidades aplicables a las demás UC como en su vida profesional.

Escritura, elaboración de informes, diseño de posters, presentación oral de trabajos, evaluación entre pares, trabajos grupales en estudios de caso, aplicando metodologías de trabajo traspolables a otros proyectos de la carrera, son prácticas a desarrollar durante el semestre para cumplir con los objetivos de la unidad.

El principal énfasis estará dado en la elaboración del Trabajo Final de Tecnólogo (TFT) presentado en modalidad de Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP). Las herramientas de escritura y presentación brindadas durante el semestre, tienen como principal objetivo apoyar la elaboración y defensa del TFT. Se espera que los estudiantes tengan vinculación directa con el medio agropecuario y/o agroindustrial, se determine un tema central de demanda, formulen un diagnóstico, planteen los objetivos y proporcionen una solución para el problema.

También forma parte de la unidad curricular, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.

La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, y los estudiantes dispondrán de tiempo no presencial para trabajar en el análisis de contenido de materiales y elaboración de documentos, de forma que la autogestión del tiempo sea un objetivo de esta Unidad.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y un profundo conocimiento teórico- práctico del medio en el cual se van a insertar. La titulación intermedia al culminar el 6° semestre, Tecnólogo/a en Agua y Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo la rápida inserción laboral, habilitando al futuro profesional en la planificación, operación y gestión de proyectos de riego, drenaje y manejo de efluentes tanto agropecuarios como agroindustriales. Así como a integrar equipos de trabajo y/o investigación en el tema. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación en la realización de los emprendimientos, con una visión integral de la empresa que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

La unidad curricular Proyecto Integrador VI propone como objetivo generar a los estudiantes conocimiento, habilidades y metodologías de trabajo, inherentes al apoyo para la elaboración del Trabajo final de Tecnólogo/a.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica de campo donde se pretende que el alumno sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas, realización de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La unidad curricular Proyecto Integrador VI procura facilitar el aprendizaje del alumno a través de la incorporación e integración de conocimientos de las diferentes unidades curriculares que forman parte de la carrera, incorporando además su aprendizaje adquirido con en el medio. Esta integración se logra trabajando en coordinación y mediante la relación horizontal con las diferentes unidades curriculares de la carrera. El objetivo es lograr la interacción del alumno con las demás unidades curriculares y que puedan implementar los conocimientos básicos generados para que sean capaces de incorporarlo y aplicarlos en las demás unidades curriculares que se encuentran en relación con los temas a tratar durante el semestre en Proyecto Integrador VI.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador VI y Trabajo Final de Tecnólogo/a (TFT).

Unidad 2: Paneles de Charlas técnicas, gestión de efluentes en EEC.

Unidad 3: Salidas de campo, actividades integradoras, desarrollo del TFT.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante:

La evaluación de desempeño del alumno se realizará considerando los siguientes criterios:

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información.

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas.

Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información.

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas.

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares.

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

Mecanismos de evaluación:

Se utilizará como evaluación la Formula SCP 9.

Actividades teórico-prácticas: 70%. Se considera el cumplimiento de las entregas y defensas orales correspondientes al TFT, lo que corresponde a una proporción mayoritaria del tiempo de Proyecto VI.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Primera entrega del TFT y defensa oral

Segunda defensa oral del TFT

Entrega del documento final

Evaluación continua: 30%. Se considera la actitud, dedicación, desempeño en clase y el cumplimiento de las actividades propuestas.

Asistencia

Participación en clase

Evaluaciones de comprensión de clases de profesionales invitados:

Consideraciones: Los trabajos que se entreguen fuera de los plazos establecidos tendrán un 10 % de descuento en la nota.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a Proyecto Integrador VI y al Trabajo Final de Tecnólogo/a (TFT)

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Presentar la unidad curricular, su metodología de trabajo, el cronograma y el sistema de evaluación, y encuadrar el segundo semestre de elaboración del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la Unidad Curricular, metodología de trabajo, cronograma de actividades y sistema de evaluación. Ing. Agr. María José Alegrette
- Presentación del segundo semestre del Trabajo Final de Tecnólogo, presentación del equipo docente, metodología de trabajo, presentación del caso a estudiar y forma de evaluación. Equipo docente

4.1.3 Principales actividades:

Clase de presentación de la unidad curricular y del equipo docente; presentación del caso a estudiar y de la forma de evaluación; organización de las duplas y de las tutorías.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.2 Unidad 2: Paneles y charlas técnicas. Gestión de efluentes en establecimientos de engorde a corral

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Vincular al estudiante con profesionales y empresas del medio, y analizar los aspectos técnicos y ambientales de la presentación de un proyecto de ingeniería de un engorde a corral ante la autoridad ambiental.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Taller sobre Pautas APA. Trabajo en conjunto con semestre IV y VI. Carmella Carballo y Pablo Kok.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Presentación del Ing. Civil H/A Alejandro Olivera:
- ¿Qué aspectos hay que tener en cuenta para la presentación de un Proyecto de Ingeniería de un engorde a corral ante DINACEA?
- Panel con Asesor en aspectos ambientales de la empresa NUTEX: Lic. Franko Graziano (MSc.) y su rol en el asesoramiento de feedlots.

4.2.3 Principales actividades:

Taller sobre pautas APA en trabajo conjunto con los semestres IV y VI; paneles y charlas técnicas con profesionales invitados; discusión posterior en clase.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.3 Unidad 3: Salidas de campo, actividades integradoras y desarrollo del TFT

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Integrar en un caso real los conocimientos de las unidades curriculares del semestre y completar la elaboración y la presentación del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Consultas de tesis y preparar para entrega a tutores y co-tutores. Trabajo individual con apoyo docente.
- Clase de Consulta con el equipo docente de Trabajo Final de Tecnólogo
- Trabajo en duplas en el Trabajo Final de Tecnólogo
- Presentación oral de los avances del Trabajo Final de Tecnólogo en la clase de Proyecto VI.
- Presentación oral de la primera entrega correspondiente al Trabajo Final de Tecnólogo y entrega de los informes para el alcance del documento hasta esta fecha.
- Trabajo en duplas en el Trabajo Final de Tecnólogo.
- Clase de consulta con equipo docente del Trabajo Final de Tecnólogo.
- Visita a establecimiento de engorde a corral.
- Trabajo integrador con Unidad Curricular DOMSTE.
- Presentación oral de la segunda entrega correspondiente al Trabajo Final de Tecnólogo (sin entrega de informe).
- Trabajo integrador con Unidad Curricular DOMSTE.
- Trabajo en duplas en el Trabajo Final de Tecnólogo.
- Entrega al equipo docente del informe final correspondiente a Trabajo Final de Tecnólogo.

4.3.3 Principales actividades:

Consultas y tutorías individuales y en duplas; presentaciones orales de avances; visita a establecimiento de engorde a corral; trabajo integrador con la unidad curricular Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego; entrega del informe final.

4.3.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico y guías de escritura académica, presentaciones de clase, pautas de citación APA, plataforma virtual Moodle y acompañamiento del equipo docente y de los tutores del Trabajo Final de Tecnólogo/a.

V. Bibliografía

Se recomiendan la siguiente

Bibliografía:

Guía para la presentación de tesis de posgrado, CAP, 2015

Directivas Complementarias de Reglamento General de Estudios: Proyecto de titulación, tesis y tesinas de las carreras. Circular 29 de 2022. UTEC.

Guía para la presentación de tesis y trabajos finales de posgrado
http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/guia_tesis_posgrados_julio_2012.pdf

Manual para estudiantes y docentes de posgrados.
Http://www.fagro.edu.uy/~posgrados/documentos%20PDF/manual_posgrados_junio_2012.pdf

Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias de establecimientos de engorde de bovinos a corral.
https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/guia-buenas-practicas-ambientales-sanitarias-establecimientos-engorde

Bibliografía complementaria

Tesis Disponibles en http://biblioteca.fagro.edu.uy/catalogo.php

SEMESTRE 7

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Estadística II

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo Semestre		
Previas	Estadística I		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Estadística II retoma y profundiza los conceptos desarrollados en Estadística I para dotar al estudiante de las herramientas de inferencia, regresión y diseño experimental que requiere la práctica profesional del Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible. El programa se organiza en cuatro bloques: introducción a la teoría estadística y repaso de probabilidad, introducción a la estadística inferencial, regresión, y experimentación agronómica.

El curso incorpora de forma transversal el uso del software libre R, de modo que el estudiante no sólo comprenda los fundamentos teóricos sino que sea capaz de aplicarlos sobre conjuntos de datos reales de hidrología, calidad de agua, suelos y producción.

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con apoyo de presentaciones y resolución guiada de ejercicios; el eje de aplicación práctica se desarrolla mediante prácticas en R, trabajos domiciliarios y un trabajo final de análisis de un conjunto de datos propio del área de la carrera.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad aporta de forma directa al Área de Dominio 5 del tramo Ingeniería —investigar, innovar y desarrollar emprendimientos de base científica, tecnológica e ingenieril— y a la competencia transversal de obtener, procesar e interpretar datos para la evaluación y el monitoreo del ambiente y el seguimiento de procesos. Habilita al egresado a diseñar y analizar experimentos, a ajustar e interpretar modelos de regresión y a leer críticamente la literatura científica y técnica de su campo.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Objetivo general

Introducir al estudiante en los conocimientos básicos teórico-prácticos de la herramienta estadística aplicada a problemas ingenieriles y el procesamiento de datos en una computadora.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Objetivos específicos

Lograr que el estudiante:

- 1) Comprenda los conceptos fundamentales de la inferencia estadística y quede capacitado para su utilización.
- 2) Comprenda los procesos de obtención de información estadística.
- 3) Comprenda y pueda establecer relaciones estadísticas entre variables y pueda interpretarlas.
- 4) Comprenda la importancia de los estudios por muestreo en poblaciones infinitas, y su relación con los principios de la inferencia estadística.
- 5) Comprenda las relaciones existentes entre la experimentación y los principios de la inferencia estadística.
- 6) Pueda comprender los aspectos estadísticos de la literatura científica requerida en los demás cursos a través de su carrera.
- 7) Familiarizar al estudiante con el uso del software libre R para resolver problemas estadísticos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de plantear y verificar hipótesis estadísticas y de construir e interpretar intervalos de confianza.
- Capacidad de diseñar un plan de muestreo y determinar el tamaño de muestra necesario.
- Capacidad de ajustar, validar e interpretar modelos de regresión lineal simple y múltiple.
- Capacidad de diseñar experimentos y de analizarlos mediante análisis de la varianza y pruebas de comparación de medias.
- Capacidad de utilizar el software libre R para el procesamiento y el análisis estadístico de datos.
- Capacidad de comunicar resultados estadísticos de forma clara, honesta y adecuada al destinatario técnico.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Estadística I y se apoya en Metodología de la Investigación. Es previa directa de Investigación de Operaciones y brinda las herramientas de análisis de datos que requieren Hidroinformática, Hidrología Subterránea, Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes y los Proyectos Integradores del tramo Ingeniería, en particular en la etapa de análisis de resultados del trabajo final de carrera.

2.6. Contenidos mínimos:

Repaso de probabilidad: experimento aleatorio, probabilidad condicional y teorema de Bayes; variables aleatorias y sus distribuciones; modelos teóricos de probabilidad. Introducción al lenguaje R. Estadística inferencial: muestreo de poblaciones infinitas, tamaño de muestra, estimación puntual y por intervalos, y prueba de hipótesis para una y dos poblaciones. Regresión lineal simple y múltiple: estimación, pruebas de hipótesis, predicción y coeficiente de determinación. Experimentación agronómica: diseño de experimentos (DCA, DBCA, parcelas

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

divididas, arreglos factoriales y anidados), modelo lineal general, análisis de la varianza y pruebas de comparación de medias.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

La evaluación del proceso enseñanza/aprendizaje del estudiante se llevará a cabo mediante los **siguientes criterios:**

Primer Parcial 25%

Segundo Parcial 35%

Evaluación Continua 40%

Dentro de la Evaluación Continua se tendrá en cuenta la entrega de trabajos prácticos resueltos y algún trabajo de laboratorio.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la teoría estadística y repaso de probabilidad

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Recuperar y consolidar los conceptos de probabilidad, variables aleatorias y modelos teóricos desarrollados en Estadística I, e introducir al estudiante en el uso del lenguaje R.

4.1.2 Listado de contenidos:

- 1. Repaso de Estadisitca I, elementales de probabilidad
- 1.1 El experimento aleatorio. Eventos y espacio muestral.
- 1.2 Presentaciones clásica y frecuencista de la probabilidad.
- 1.3 Probabilidad condicional. Teorema de Bayes.
- 2. Repaso de Estadisitca I, descripción Gráfica de los datos
- 2.1 Tabla e histograma de distribución de frecuencias absolutas y relativas de un conjunto de datos de tamaño N (continuo y discreto)
- 2.2 Medidas numéricas descriptivas: media, varianza, desviación estándar, etc.
- 2.3 La función de probabilidad. Axiomas y leyes de probabilidad.
- 3. Repaso de Estadisitca I, variables aleatorias y sus distribuciones
- 3.1 Variables aleatorias discretas y continuas. Definiciones y ejemplos.
- 3.2 Funciones de distribución y de densidad (discretas y continuas). Función de distribución acumulada.
- 3.3 Momentos, Esperanza, Varianza, Covarianza y Correlación.
- 4. Presentación del lenguaje R.
- 4.1 Operaciones elementales.
- 4.2 Estadística descriptiva básica con R
- 4.3 Histogramas de frecuencias, gráficas de distribuciones, percentiles, localización y dispersión de los datos.
- 4.4 Ejemplos y ejercicios.
- 5. Repaso de Estadisitca I, modelos teóricos de probabilidad.
- 5.1 El concepto de modelo teórico de probabilidad.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 5.2 Variables aleatorias discretas: Bernoulli y Binomial.
- 5.3 Variables aleatorias continuas: Normal, Chi-cuadrado, t de Student, F de Snedecor.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica con desarrollo conceptual, resolución de ejercicios en clase y prácticas guiadas en el software libre R sobre conjuntos de datos reales del área.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, software libre R y RStudio, conjuntos de datos de trabajo y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Introducción a la estadística inferencial

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los fundamentos de la inferencia estadística y aplicar los procedimientos de estimación y de prueba de hipótesis para una y dos poblaciones.

4.2.2 Listado de contenidos:

- 1. Conceptos básicos
- 1.1 Inferencia, población, muestra, parámetros y estimadores.
- 1.2 La verificación de hipótesis.
- 1.3 La estimación estadística.
- 2. El muestreo de una población infinita
- 2.1 La muestra aleatoria
- 2.2 Teoremas fundamentales de la teoría del muestreo
- 2.3 Propiedades distribucionales de la media y la varianza muestrales
- 2.4 Tamaño de muestra
- 3. Estimación
- 3.1 El concepto, propiedades deseables de los estimadores.
- 3.2 Estimación puntual en una distribución Normal y en una Binomial
- 3.3 Estimación por intervalo: Intervalos de Confianza para una y dos muestras. Verificación de hipótesis a partir de un intervalo de confianza
- 4. Prueba de hipótesis
- 4.1 El concepto, definición de hipótesis estadística y contraste de hipótesis.
- 4.2 Hipótesis nula y alternativa. Errores tipo I y tipo II. Tipos de regiones críticas, función potencia de un contraste
- 4.3 Etapas en una prueba de hipótesis
- 4.4 Hipótesis para la media, varianza, proporción y coeficiente de correlación.
- 4.5 Pruebas de hipótesis para dos poblaciones.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica con desarrollo conceptual, resolución de ejercicios en clase y prácticas guiadas en el software libre R sobre conjuntos de datos reales del área.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, software libre R y RStudio, conjuntos de datos de trabajo y plataforma virtual Moodle.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3 Unidad 3: Regresión

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Establecer e interpretar relaciones estadísticas entre variables mediante modelos de regresión lineal simple y múltiple, evaluando su ajuste y su capacidad predictiva.

4.3.2 Listado de contenidos:

- 1. Regresión lineal simple
- 1.1 El modelo y su estimación.
- 1.2 Distribución de los estimadores.
- 1.3 Prueba de hipótesis para el modelo.
- 1.4 Otras pruebas.
- 1.5 Predicción, intervalo de confianza.
- 1.6 El coeficiente de determinación simple y ajustado.
- 2. Regresión lineal múltiple
- 2.1 El modelo de regresión escrito en forma matricial.
- 2.2 Estimación y pruebas de hipótesis.
- 2.3 Predicción, intervalo de confianza.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica con desarrollo conceptual, resolución de ejercicios en clase y prácticas guiadas en el software libre R sobre conjuntos de datos reales del área.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, software libre R y RStudio, conjuntos de datos de trabajo y plataforma virtual Moodle.

4.4 Unidad 4: Experimentación agronómica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar experimentos adecuados al problema planteado y analizarlos mediante el modelo lineal general, el análisis de la varianza y las pruebas de comparación de medias.

4.4.2 Listado de contenidos:

- 1. Introducción: observar, experimentar. El Método Científico.
- 2. El diseño de experimentos
- 2.1 Definiciones, principios.
- 2.2 Diseño experimental y diseño del arreglo de tratamientos
- 2.3 Los diseños clásicos: DCA (Diseño Completamente Aleatorio), DBCA (Diseño en Bloques Completos al Azar).
- 2.4Diseño de Parcelas Divididas
- 2.5 Arreglos factoriales y anidados de tratamientos
- 3. El modelo lineal general
- 3.1 Modelos de clasificación y regresión.
- 3.2 Definiciones.
- 3.3 Reparametrización de los modelos de clasificación. Supuestos.
- 4. La técnica del análisis de la varianza

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 4.1 Partición de la variación total en sus fuentes.
- 4.2 Prueba de hipótesis.
- 5. Pruebas para la comparación de medias
- 5.1 El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de F.
- 5.2 Qué hacer luego de rechazar la hipótesis nula en el análisis de la varianza (ANOVA)
- 5.3 DMS, LSD. Tukey
- 5.4 Prueba de Comparación de Medias de tratamientos
- 5.5 Intervalos de Confianza, Diferencia Mínima Significativa y Tukey
- 5.6 Precisión, Confiabilidad, Número de repeticiones, supuestos básicos.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; diseño y análisis de experimentos con datos reales en R; trabajo final de análisis y presentación de resultados.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, software libre R y RStudio, conjuntos de datos de trabajo y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

Infante Gil, Said. Métodos Estadísticos. Trillas

Steel y Torrie. Bioestadística. McGraw Hill. 1985

Hoel, P. Estadística Elemental. CECSA. 1984

Little y Hill. Métodos estadísticos para investigadores en la Agricultura. Trillas. 1976

Bhattacharyya G. y Johnson R. Statistical concepts and methods. Wiley & Sons. 1977

Canavos, G. Probabilidad y Estadística: aplicaciones y métodos. Ed. Mc.Graw Hill. 1988

Estadística para las ciencias agropecuarias. Di Rienzo,et al. 2009

Diseño y Análisis de Experimentos (Wiley, 2edición). Montgomery. 2004

Introducción a R. Notas sobre R: Un entorno de programación para Análisis de Datos y Gráficos. R Development Core Team. 2000

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Hidráulica de Conducción e Hidrometría		
Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo semestre		
Previas	Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Hidráulica de Conducción e Hidrometría forma parte de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible y se encuentra ubicado en el séptimo semestre.
El mismo se desarrollará en 4 horas semanales repartidas en dos bloques de 2 horas, dedicando aproximadamente 50% de las aulas a contenido teórico y 50% dedicadas a la práctica de los conceptos y metodologías de cálculo aprendidas, distribución que puede variar de acuerdo con la unidad temática en desarrollo.

Este curso pretende retomar, profundizar y reafirmar conceptos teóricos y prácticos que los estudiantes aprendieron previamente o se encuentran en proceso de aprendizaje en otras unidades curriculares tales como: Mecánica de fluidos e hidráulica aplicada, Manejo de cultivos Bajo Riego; Métodos y sistemas de riego y drenaje; Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de riego; para poder desarrollar y practicar metodologías de cálculo enfocadas en el diseño de sistemas de conducción.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Este módulo pretende proveer al estudiante de los conocimientos básicos para el diseño de sistemas de conducción de fluidos, enfocados en riego, drenaje y manejo de efluentes.
A través de la coordinación con otros módulos de la carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible se pretende presentar al alumno situaciones reales de campo, para que este tenga oportunidad de practicar acerca del diseño de sistemas hidráulicos aplicados a los sistemas agrícolas y agrícolas-ganaderos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Por otra parte, se pretende trasmitir al estudiante el concepto de eficiencia en el uso de los recursos hídricos, ambientales, y financieros de manera de apuntar a viabilidad de la tecnología del riego como una tecnología que permita dar un salto cualitativo en determinados tipos de explotación agropecuaria.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El objetivo es la formación de recursos humanos que adquieran sólidos conocimientos científicos y prácticos para el análisis, diseño, evaluación y gestión de sistemas hidráulicos enfocados en el riego, drenaje y manejo de efluentes; que provean de respuestas a la sociedad entera y especialmente al sector agropecuario en soluciones para lograr la mejor utilización y aprovechamiento de los recursos hídricos, así como la preservación, control y manejo de los mismos apuntando a alcanzar la sustentabilidad del sector agropecuario desde el punto de vista ambiental, económico y social.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de análisis hidráulico de sistemas de conducción a presión y a superficie libre.
- Capacidad de calcular pérdidas de carga por fricción y localizadas, y de resolver sistemas de tuberías con salidas múltiples.
- Capacidad de diseñar hidráulica y geométricamente canales de conducción para riego y drenaje.
- Capacidad de seleccionar, instalar y operar dispositivos de aforo y de interpretar sus mediciones.
- Capacidad de evaluar la eficiencia de conducción de un sistema y de proponer mejoras.
- Capacidad de trabajo en equipo, de registro riguroso de datos de campo y de comunicación técnica escrita.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego y se apoya directamente en Mecánica de Fluidos e Hidráulica, de la que retoma y profundiza los conceptos de flujo en tuberías y a superficie libre. Es previa directa de Ingeniería de Riego por Gravedad y antecedente de Obras Hidráulicas I y II, Equipos de Bombeo, Hidroinformática y Gestión de Distritos y Unidades de Riego. Se articula con Cartografía y Topografía Digital para el trazado de las conducciones.

2.6. Contenidos mínimos:

Repaso de hidrostática, tipos de flujo, efecto de la gravedad y la viscosidad, distribución de velocidades y teorema de Bernoulli. Comparación entre conducción por tuberías y por canales. Materiales de conducción y sus características. Conducción por tuberías: pérdidas de carga por fricción y localizadas, alternativas de cálculo del factor de fricción y sistemas de tuberías con salidas múltiples. Conducción a través de canales: régimen permanente y uniforme, elementos geométricos, diseño hidráulico y geométrico de la sección. Hidrometría: métodos de descarga directa (contadores, método volumétrico) y métodos sección-velocidad (molinete, orificios, vertederos, Venturi, canaletas Parshall y aforadores de flujo crítico).

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Criterios de Calificación: SCP 2

1er evaluación parcial: 30%

2da evaluación parcial: 30%

Evaluación continua: 40%

La evaluación del estudiante será realizada mediante dos parciales individuales que dividirán las temáticas del curso. A su vez, se realizará durante el curso al final de cada clase una corta evaluación que permitirá conocer el grado de seguimiento del curso y reafirmar los conceptos claves. La evaluación continua será realizada en equipos con el fin de promover el aprendizaje entre pares y consistirá en preguntas o ejercicios cortos.

Se valorará para la evaluación continua:

Comunicación oral y escrita.

Capacidad crítica y autocrítica.

Utilización de herramientas informáticas.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción y conceptos básicos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Retomar y consolidar los conceptos de hidrostática, tipos de flujo y régimen hidráulico, y comparar las alternativas de conducción por tuberías y por canales.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Repaso de conceptos: Hidrostática.
- Tipos de Flujo.
- Efecto de Gravedad y Viscosidad.
- Distribución de velocidades.
- Comparación de sistemas de conducción por tuberías y canales, ventajas y desventajas.
- Materiales de conducción y sus principales características.
- Teorema de Bernoulli.
- Régimen hidráulico.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica; resolución de ejercicios de repaso; análisis comparativo de alternativas de conducción sobre casos reales.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, catálogos de materiales, equipamiento de aforo del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2 Unidad 2: Conducción por tuberías

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Calcular las pérdidas de carga por fricción y localizadas y resolver hidráulicamente sistemas de tuberías, incluidos los sistemas con salidas múltiples.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Materiales de conducción y usos.
- Pérdidas de carga.
- Tipos y relevancia en sistemas de conducción agrícolas.
- Pérdidas de carga por fricción.
- Alternativas de cálculo del factor de fricción.
- Perdidas de carga localizadas.
- Sistema de tuberías con salidas múltiples.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; resolución de ejercicios de cálculo de pérdidas de carga; dimensionamiento de una conducción con salidas múltiples en planilla de cálculo.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, catálogos de materiales, equipamiento de aforo del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Conducción a través de canales

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Realizar el diseño hidráulico y geométrico de canales de conducción, seleccionando la sección, la pendiente y el material de revestimiento adecuados.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Definición de canal.
- Uso de canales.
- Diferencias entre conducción por canales y conducción por tuberías.
- Método y materiales de construcción.
- Conceptos de régimen permanente y régimen uniforme.
- Elementos geométricos del diseño de canales.
- Diseño hidráulico de canales.
- Diseño geométrico de la sección.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de diseño hidráulico y geométrico de canales; verificación de velocidades admisibles y de borde libre.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, catálogos de materiales, equipamiento de aforo del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Hidrometría

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Conocer, seleccionar y aplicar los métodos y dispositivos de aforo de uso corriente en sistemas de riego y de drenaje, e interpretar las mediciones obtenidas.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la Hidrometría. Definición.
- Métodos de descarga directa:
- Contadores
- Método Volumétrico
- Métodos sección – velocidad:
- Molinete
- Orificios
- Vertederos
- Venturi
- Canaletas Parshall
- Aforadores de Flujo Crítico

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; prácticas de laboratorio y de campo de aforo con molinete, vertederos, Venturi y canaleta Parshall; procesamiento de datos y elaboración del informe de aforo.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, catálogos de materiales, equipamiento de aforo del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Hidráulica de tuberías y canales. Arturo Rocha Felices

Hidráulica General, Vol 1. Fundamentos - Gilberto Sotelo Ávila

Hidráulica básica de Canales – Edgar Sparrow

Canales para riego y drenaje – Michel Koolhaas

Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego - FAOhttp://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s08.htm

Manual de apuntes de la experiencia educativa de tuberías y canales. Universidad de Veracruz. https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/manual-de-ee-hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Hidrología Subterránea		
Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo Semestre		
Previas	Hidrología / Gestión Integrada de Recursos Hídricos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Hidrología Subterránea es formado por 7 unidades, que abordan temas como la importancia del estudio del agua subterránea, conceptos básicos, tipos y características de acuíferos, la búsqueda del agua subterránea (investigación hidrogeológica), métodos de perforación, diseño del pozo y equipos de bombeo, hidrogeoquímica y contaminación de las aguas subterráneas.

La parte teórica del curso se imparte mediante exposición directa con el uso de diapositivas y la proposición de ejercicios, de forma presencial o virtual – dependiendo de la modalidad utilizada. La parte práctica estaría compuesta de actividad de investigación de campo con uso de geofísica y visita a empresa perforadora de pozos; esta parte solamente es viable mediante modalidad presencial. Para el caso de modalidad virtual, son utilizados videos ilustrativos de los métodos aplicados en campo, para que los estudiantes visualicen dichas prácticas.

El curso está organizado en 7 unidades: 1. Introducción, ciclo hidrológico y conceptos básicos; 2. Cartografía hidrogeológica; 3. Tipos de acuíferos y sus características; 4. Investigación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

hidrogeológica; 5. Explotación de aguas subterráneas; 6. Hidrogeoquímica; 7. Contaminación y vulnerabilidad de acuíferos.

La primera unidad presenta aspectos relacionados a la importancia de las aguas subterráneas, su relación con componentes del ciclo hidrológico, bien como los conceptos básicos de porosidad, conductividad hidráulica, carga hidráulica, potenciometria, ley de Darcy, isotropía y homogeneidad. La segunda unidad presenta aspectos relacionados al flujo de aguas subterráneas y su sentido, a la construcción de mapas potenciometricos y secciones hidrogeológicas, a la interpretación de perfiles constructivos de pozos y de mapas hidrogeológicos. La tercera unidad aborda los acuíferos sedimentarios (detríticos), fisurados y kársticos separadamente, sus características, implicaciones en el flujo y calidad del agua subterránea y formas de identificación. La cuarta unidad presenta formas de investigación en aguas subterráneas, con uso de mapas, imágenes de satélite, relevamiento de datos de pozos vecinos y prospección geofísica. La quinta unidad aborda los métodos de perforación de pozos, sus aplicaciones, partes constructivas de pozos y sus funciones y equipos de bombeo. La sexta unidad aborda conceptos de calidad del agua subterránea y su relación con las formaciones geológicas (geoquímica), procesos fisicoquímicos que ocurren en subsuperficie y anomalías fisicoquímicas frecuentemente encontradas en aguas subterráneas. Finalmente, la unidad 7 aborda aspectos relacionados a la contaminación del agua subterránea, tipo de contaminantes y sus fuentes, mecanismos de transporte y atenuación, instalación de pozos de monitoreo, etapas de investigación de áreas contaminadas y vulnerabilidad de acuíferos.

Cada unidad contará con la proposición de un ejercicio para entrega, y la unidad 6 contará con la entrega de informe y presentación de trabajos con diapositivas.

Las actividades de campo, para el caso de modalidad presencial, estarían previstas en la unidad 4, involucrando la realización de ensayos geofísicos en campo, y en la unidad 5, comprendiendo la visita a sitio de perforación de pozo y acompañamiento de todas las etapas constructivas. Ambas actividades contarían con entrega de informes.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como propósito formar profesionales que trabajen con el uso racional y sostenible de los recursos hídricos.
En ese sentido, el curso de Hidrología Subterránea es de significativa importancia dado que tiene por finalidad proporcionar conocimientos necesarios para la ubicación, cuantificación y análisis de la calidad de los recursos hídricos subterráneos. Está directamente relacionada a sistemas de riego, para los cuales las aguas subterráneas pueden ser utilizadas, después de correcta ubicación y análisis de su calidad. También se relaciona al manejo de efluentes, dado que la aplicación de ellos al suelo o su manejo inadecuado puede llevar a la contaminación de este recurso.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El curso tiene como objetivo que el estudiante adquiera la capacidad de analizar críticamente datos cuantitativos y cualitativos de las aguas subterráneas, evaluar e interpretar mapas hidrogeológicos y perfiles constructivos de pozos, proponer técnicas de investigación hidrogeológica y ubicación de recursos hídricos subterráneos, conocer aspectos relevantes a la construcción de pozos y equipos de bombeo, y, finalmente, evaluar críticamente la gestión y el aprovechamiento de aguas subterráneas, bien como la vulnerabilidad de acuíferos y los riesgos de contaminación.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad de prever e interpretar las características de distintos tipos de acuíferos, mediante el aprendizaje de conocimientos básicos de los mecanismos de flujo de aguas subterráneas en distintas formaciones y tipos de acuíferos;
Capacidad de interpretar mapas hidrogeológicos, mapas potenciometricos, secciones hidrogeológicas y perfiles constructivos de pozos, bien como capacidad de identificar su importancia al completo entendimiento de los acuíferos;
Capacidad de evaluar y elegir métodos de prospección hidrogeológica a ser aplicados para distintos objetivos, mediante el conocimiento de distintas herramientas y técnicas y su aplicación a la ubicación de acuíferos e identificación de contaminación;
Capacidad de interpretar resultados de ensayos geofísicos, especialmente los métodos de resistividad aplicados a la ubicación de aguas subterráneas e identificación de áreas contaminadas;
Capacidad de evaluar críticamente actividades de perforación y construcción de pozos, mediante el conocimiento de técnicas de perforación de pozos y su aplicación a distintos contextos, bien como de las partes constructivas del pozo y sus funciones;
Capacidad de planificar el muestreo de aguas subterráneas y recolectar muestras significativas;
Capacidad de evaluar críticamente resultados de la calidad del agua subterránea y sus relaciones con las formaciones geológicas y/o con fuentes de contaminación;
Capacidad de evaluar la existencia de fuentes de contaminación de aguas subterráneas y direccionar estudios para su gestión.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás unidades curriculares del curso es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos dados en clase. Son previas para cursar esta asignatura las unidades curriculares Hidrología y Gestión Integrada de recursos hídricos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción, ciclo hidrológico y conceptos básicos

Unidad 2: Cartografía hidrogeológica (mapas potenciometricos, secciones hidrogeológicas y mapas hidrogeológicos)

Unidad 3: Tipos de acuíferos, características e implicaciones (acuíferos sedimentarios, fisurados y kársticos)

Unidad 4: Investigación hidrogeológica (mapas, imágenes de satélite, geofísica)

Unidad 5: Explotación de aguas subterráneas (perforación y construcción de pozos)

Unidad 6: Hidrogeoquímica

Unidad 7: Contaminación y vulnerabilidad de acuíferos

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Participación en clase y entrega de ejercicios

Capacidad de análisis y síntesis;

Comunicación oral y escrita;

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Trabajo en equipo;

Habilidad de investigación.

Mecanismos de evaluación SCP 2

(30% P1, 30% P2, 40% evaluación continua)

Evaluación continua = (Informe = 20%, Ejercicios = 20%)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción, Ciclo Hidrológico y Conceptos Básicos

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer la importancia de los acuíferos, su vinculación con el ciclo hidrológico y los aspectos básicos necesarios al entendimiento del flujo de aguas subterráneas

4.1.2 Listado de contenidos:

Importancia de las aguas subterráneas

Aguas subterráneas en el mundo y en Uruguay

Principales acuíferos del Uruguay y sus usos

Diferencias entre recursos hídricos superficiales y subterráneas

Normativa para explotación de aguas subterráneas en el Uruguay (2 horas)

Ciclo Hidrológico

Importancia del ciclo hidrológico

Balance Hídrico

Métodos y equipamientos para medición de cada componente del balance hídrico

Ejercicio: Láminas de agua, curva altura-caudal, estimativa evapotranspiración y curva escurrimiento de base

Conceptos Básicos

Agua en el subsuelo, zona vadosa, zona saturada

Agua subterránea, acuífero, acuitarde, acuiclude, acuifuge.

Interacción rio-acuífero

Cuencas hidrológicas versus cuencas hidrogeológicas

Tipos de acuífero (según confinamiento y según litología)

Porosidad total, porosidad efectiva, tipos de porosidad, retención específica, permeabilidad

Carga hidráulica, Ley de Darcy, flujos horizontales y verticales, potenciometria

Homogeneidad/Heterogeneidad, isotropía/anisotropía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, resolución de problemas y ejercicios en clase, proposición de ejercicios domiciliarios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web.

4.2 Unidad 2: Cartografía Hidrogeológica

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Abordar, construir y analizar distintas formas de representación de acuíferos.

4.2.2 Listado de contenidos:

Mapas potenciometricos

Líneas equipotenciales y de flujo

Construcción de mapa potenciometrico paso a paso.

Ejercicio.

Sección hidrogeológica

Secciones hidrogeológicas o modelos conceptuales hidrogeológicos.

Construcción paso a paso. Ejercicio.

Mapas hidrogeológicos

Mapas hidrogeológicos, convenciones internacionales e interpretación.

4.2.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, resolución de ejercicios y construcción de mapas y secciones.

4.2.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web.

4.3 Unidad 3: Tipos de acuíferos, características e implicaciones

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer los distintos tipos de acuíferos —sedimentarios, fisurados y kársticos—, sus condiciones de ocurrencia y sus implicancias sobre los parámetros hidráulicos, los métodos de investigación y las estrategias de explotación.

4.3.2 Listado de contenidos:

Acuíferos sedimentarios

Ocurrencia de acuíferos sedimentarios o detríticos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Repaso: medios porosos y ley de Darcy

Obtención de parámetros hidráulicos: recolección de muestras y experimento de Darcy, slug test, bail test, ensayos de bombeo.

Acuíferos fisurados

Ocurrencia de acuíferos fisurados

Parámetros de importancia: geometría, conectividad, lineamientos

Ubicación de agua subterránea en fisuras: imágenes de satélite, ensayos geofísicos

Fisura elementar, Ley cúbica

Ejercicio: comparación de flujo en acuífero poroso y fisurado

Acuíferos kársticos

Ocurrencia de acuíferos kársticos y sus características

Investigación en acuíferos kársticos: imagen de satélite, estudios geológicos, topografía, hidrografía

4.3.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, resolución de ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web.

4.4 Unidad 4: Investigación hidrogeológica

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Brindar los conocimientos para el uso de herramientas de prospección hidrogeológica, especialmente uso de mapas, imágenes de satélite, estudio de perfiles constructivos y realización de ensayos geofísicos.

4.4.2 Listado de contenidos:

Estudios preliminares

Mapas, imágenes de satélite, sistemas de información geográfica

Inventario de puntos de agua

Testes de acuífero

Recolección de muestras

Ensayos geofísicos

Conceptos básicos

Métodos geoeléctricos

Resistividad eléctrica, tomografía eléctrica y sondeo eléctrico vertical (SEV)

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

GPR

Ejercicio: interpretación de SEV y tomografía eléctrica

4.4.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, resolución de ejercicios. Sugerencia de videos para visualización de los métodos estudiados.

4.4.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web, links de videos con paso a paso de cada método estudiado.

4.5 Unidad 5: Explotación de aguas subterráneas

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Brindar los conocimientos para la aplicación de distintos métodos de perforación y construcción de pozos y elección de equipo de bombeo.

4.5.2 Listado de contenidos:

Tipos de pozos

Pozos horizontales: galerías filtrantes, pozos radiales
Pozos verticales: brocales y perforados

Construcción de pozos

Perforación manual: brocales

Perforación mecanizada: percusión con cable, rotación y roto percusión

Fluido de perforación

Partes del pozo: tubería, filtro, pre filtro, cementación, terminación

Desarrollo del pozo

Deterioro y rehabilitación de pozos

Ensayo de bombeo

Equipos de bombeo

Elección de bomba: curvas de bombas, cálculo de altura manométrica de sistemas

Tipo de bombas

Ejercicio: cálculo de altura manométrica de sistemas, elección de bomba.

4.5.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, resolución de ejercicios. Sugerencia de videos para visualización de los métodos estudiados.

4.5.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web, links de videos con paso a paso de cada método estudiado

4.6 Unidad 6: Hidrogeoquímica

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Recordar parámetros fisicoquímicos de importancia a la caracterización de muestras de agua, conocer los aspectos que influyen en la calidad del agua subterránea y los procesos fisicoquímicos que ocurren en subsuperficie.

4.6.2 Listado de contenidos:

Parámetros fisicoquímicos de muestras de agua

Temperatura, pH, conductividad eléctrica, solidos suspendidos y disueltos, residuo seco, color y turbidez, potencial de óxido-reducción, alcalinidad, dureza, DQO, DBO, iones (Na, K, Ca, Mg, HCO3, CO3, SO4, Fe, Cl, Mn, NO3, F), metales, gases disueltos, indicadores microbiológicos.

Importancia de cada parámetro para aguas subterráneas

Ejercicio: elección de parámetros a analizar en distintos contextos.

Geoquímica

Conceptos básicos

Reacciones fisicoquímicas en subsuperficie: disolución, precipitación, oxido-reducción, disolución de gases, adsorción, intercambio iónico

Calidad del agua como resultado de contacto con rocas, parámetros de importancia

Muestreo de aguas subterráneas

Plan de muestreo

Parámetros y preservación de muestras

Muestreo de aguas subterráneas: pozos con bombeo y pozos de monitoreo (purga, *bailer*, *low flow*)

Interpretación de los resultados: comparación con normativas, representaciones graficas (diagrama de Piper y Stiff), modelado geoquímico, balance iónico.

Presentación de informes

Informe: estudios de caso de anomalías geoquímicas (hierro, manganeso, dureza, arsénico, nitrato, etc), explicación geoquímica, problemas verificados, alternativas de tratamiento. Presentación en grupo, discusión de los resultados, entrega de informe.

4.6.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos, realización de búsquedas bibliográficas, redacción de informe.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.6.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web, links de videos con paso a paso de cada método estudiado

4.7 Unidad 7: Contaminación y vulnerabilidad

4.7.1 Objetivos de la unidad:

- Recordar parámetros fisicoquímicos de importancia a la caracterización de muestras de agua, conocer los aspectos que influyen en la calidad del agua subterránea y los procesos fisicoquímicos que ocurren en subsuperficie.

4.7.2 Listado de contenidos:

Contaminación de aguas subterráneas

Conceptos básicos, contaminación de aguas subterráneas en el Uruguay

Principales contaminantes y relación con actividades antrópicas

Mecanismos de transporte y atenuación de contaminantes en aguas subterráneas: adveccion, dispersión, difusión, adsorción, degradación.

Gestión de áreas contaminadas y etapas: Evaluación Preliminar, Evaluación

Confirmatoria, Estudio detallado, Evaluación de riesgos, Plan de remediación, Remediación, Monitoreo, Rehabilitación para uso declarado.

Valores de referencia de calidad y de *background*, valores de alerta y valores de *screening*

Ubicación de pozos de monitoreo, geofísica, buenas prácticas para recolección de muestras

Vulnerabilidad de acuíferos

Parámetros de importancia para evaluación de vulnerabilidad de acuíferos

Modelos de vulnerabilidad (p.ej. GOD y DRASTIC)

4.7.3 Principales actividades:

Clases virtuales para el desarrollo de los conceptos teóricos

4.7.4 Recursos disponibles:

Diapositivas, libros, manuales, referencias de sitios web.

V. Bibliografía

Feitosa, Fernando. Hidrogeologia: Conceitos e aplicações. 3ª ed. rev e ampl. – Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

Manual de Aguas Subterrâneas. MGAP, Montevideo, 2012.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Ingeniería de Procesos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo semestre		
Previas	Operación y Mantenimiento de Plantas de Potabilización y Tratamiento		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Ingeniería de procesos para el tratamiento de efluentes aborda diferentes temas, los que son importantes para el conocimiento de un ingeniero. Consta de varios capítulos. Desde un enfoque teórico y luego practico, se proponen medidas para una mejor gestión del recurso hídrico en los efluentes industriales, municipales o agroindustriales, mediante el ahorro del recurso tan preciado y un mejor aprovechamiento.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos, tratamiento de efluentes y residuos sólidos generados en los sectores agropecuario y agroindustrial. Siendo así, esta unidad curricular brinda herramientas que permitan alcanzar a

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

los estudiantes el dominio profesional en el área, implicando desarrollar capacidades de gestión y aprovechamiento de agua y efluentes para su uso en riego de cultivos. Además, poder definir los métodos y procedimientos de riego más adecuados para el aprovechamiento de estos recursos, amigables con el ambiente, pero que permitan generar beneficios a los productores mediante el reciclaje de nutrientes dentro del sistema agrícola, mejorando la eficiencia productiva global del sistema de producción.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Como objetivo general se tiene el conocimiento teórico y práctico para aplicar técnicas de tratamiento de efluentes, proponiendo así metodologías para minimizar la producción del efluente como también tratarlo para cumplir con los requisitos de vertidos.

Como objetivos específicos se tienen la evaluación de las ventajas e inconvenientes que suponen la modificación de los procedimientos ya existentes y cómo actuar sobre ellos. Conocer las particularidades de los distintos tipos de tratamiento de efluentes y en base a ello saber cuál aplicar dependiendo del caso. Proponer modelos de reutilización en la industria. Entender los procesos biológicos y fisicoquímicos que se dan en el sistema. La unidad curricular permite conocer en primer lugar los fundamentos teóricos conceptuales implicados en la gestión del agua y luego la implementación de dichos sistemas.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Conocer técnicamente los distintos sistemas de tratamiento de efluentes.

Conocer el estado de arte de los distintos tipos de sistema de tratamiento.

Seleccionar cual es el más adecuado dependiendo del tipo de efluente y de las posibilidades de implementarlo (económicas, espacio físico, condiciones operativas y de capital).

Diseñar un sistema de tratamiento de efluentes.

Evaluar y discutir los impactos ambientales que pueden desarrollarse.

Desarrollar un pensamiento creativo y crítico de los estudiantes, a través de debates sobre los distintos temas de la asignatura, que permitan vislumbrar soluciones integradas en estas temáticas.

Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y con diferentes actores del medio

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás unidades curriculares del curso es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos dados en clase. Son previas para cursar esta asignatura, las unidades curriculares Biotecnología Ambiental y Necesidades Hídricas de los Cultivos dictadas en el 4º semestre de la carrera.

En el mismo semestre la asignatura se relaciona con los cursos de Efluentes Agropecuarios y Agroindustriales y Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay, y con el curso de Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Remoción biológica de materia orgánica aerobia

Unidad 2: Remoción biológica de nitrógeno

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Unidad 3: Remoción biológica de fosforo

Unidad 4: Remoción biológica de materia orgánica anaerobia

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis

Comunicación oral y escrita

Trabajo en equipo

Habilidad de investigación

Mecanismos de evaluación

Dos parciales cuestionarios = 60% (Primer parcial = 30%, Segundo parcial = 30%)

Evaluación continua = 40% (Entrega trabajos prácticos)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Remoción biológica de materia orgánica

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Determinar y analizar las características de calidad y cantidad de efluentes originados en ambientes municipales, para el diseño, control y operación de plantas de tratamiento removiendo materia orgánica
- Discutir los procesos físicos, químicos, y biológicos aplicados al tratamiento de efluentes y las interacciones que existen en estos sistemas
- Aplicar el conocimiento adquirido para el diseño de sistemas de remoción de materia orgánica

4.1.2 Listado de contenidos:

Remoción biológica de materia orgánica

Introducción

Descripción de lodos activados

Transformaciones biológicas

Limitaciones de los sistemas de lodos activados

Diseño de lodos activados con remoción de materia orgánica

Ejercicios prácticos

4.1.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupo y resolución de problemas y ejercicios.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Remoción biológica de nitrógeno (nitrificación y desnitrificación)

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Determinar y analizar críticamente la calidad y cantidad de las características del efluente originado de ambientes municipales como base del diseño, control y operación de sistemas de tratamiento de efluentes de nitrificación y desnitrificación
- Discutir los procesos físicos, químicos y biológicos aplicados para el tratamiento de aguas residuales y las interacciones que ocurren con ellos en los sistemas de tratamiento de efluentes que están nitrificado y desnitrificado

4.2.2 Listado de contenidos:

Remoción biológica de nitrógeno

Introducción

Transformaciones biológicas

Tiempo mínimo de residencia de sólidos para remoción nitrógeno

Fracción anóxica para desnitrificación

Configuraciones de sistemas de remoción biológica de nitrógeno

Limitaciones de la remoción biológica de nitrógeno

Diseño de sistema de tratamiento para remoción biológica de nitrógeno

Ejercicios prácticos

4.2.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, normativas, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Remoción biológica de fósforo

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Determinar y analizar críticamente la calidad y cantidad de las características del efluente originado de ambientes municipales como base del diseño, control y operación de sistemas de tratamiento de efluentes de remoción biológica de fosforo

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Discutir los procesos físicos, químicos y biológicos aplicados para el tratamiento de aguas residuales y las interacciones que ocurren con ellos en los sistemas de tratamiento de efluentes que están removiendo fosforo biológicamente

4.3.2 Listado de contenidos:

Introducción - Porque la remoción de P

Principio de remoción biológica de fosforo (RBP)

Mecanismos biológicos de RBP

Principios de optimización de RBP y configuraciones

Procedimiento de diseño y ejemplo

Influencia de RBP en el sistema de lodos activados

Factores afectando la remoción de P

Ejercicios

4.3.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.4 Unidad 4: Remoción anaerobia de materia orgánica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Determinar y analizar críticamente la calidad y cantidad de las características del efluente originado de ambientes municipales como base del diseño, control y operación de sistemas de tratamiento de efluentes de remoción anaerobia
- Discutir los procesos físicos, químicos y biológicos aplicados para el tratamiento de aguas residuales y las interacciones que ocurren con ellos en los sistemas de tratamiento de efluentes que están removiendo anaeróbicamente materia orgánica

4.4.2 Listado de contenidos:

Introducción

Aerobio vs. Anaerobio

Mecanismos remoción anaerobia

Factores que afectan la digestión anaerobia

Configuración de sistemas

Ejercicios

4.4.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

V. Bibliografía

Se recomiendan las siguientes:

Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering. Treatment and reuse

Henze et. al., Biological wastewater treatment: Principles, modelling and Design. IWA publishing

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Introducción al GIS y Bases de Datos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo Semestre		
Previas	Cartografía y Topografía Digital / Gestión Integrada de Recursos Hídricos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Créditos	4

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Uc de Introducción al GIS y Bases de Datos tiene como objetivos proporcionar estudiantes las bases teóricas y prácticas para que los mismos puedan aplicar los principios elementales en el diseño de bases de datos espaciales. Manipular las bases de datos relacionales. Utilizar los comandos requeridos del lenguaje estructurado de consulta para obtener información de una base de datos. Asimilar los conceptos fundamentales referentes a los Sistemas de Información Geográfica. Manejar los GIS como modelos, las entidades y clases, las relaciones entre elementos espaciales, y los modelos raster y vectorial. Interpretar la información que se obtiene mediante un GIS y toma decisiones en base a ello, resolviendo escenarios del área agrícola que impliquen el análisis geoespacial

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Aplicar los principios, conceptos y normas para enfrentarse a la resolución de problemas reales asociados a la unidad temática, así como con conocimientos teóricos suficientes que le permitan continuar su educación en las materias subsecuentes de la carrera.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funciona y se realiza análisis ambiental y gestión de los recursos hídricos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar, formular y resolver problemas relacionados con escenarios del área agrícola y de recursos hídricos que impliquen el análisis geoespacial

Concebir, diseñar, elaborar y desarrollar proyectos de recuperación y protección de los recursos Hídricos.

Aplicar los principios básicos del GIS y Banco de Datos, a partir de una necesidad específica para la solución de problemas de aplicación del agua, utilizando estos conocimientos con sencillez y de forma honesta, responsable, eficiente y creativa.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas que posibilitan la mejor resolución de problemas.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

En el curso de Introducción al GIS y Bases de Datos es necesario el conocimiento en los impartidos en los cursos de Cartografía y Topografía Digital y Gestión Integrada de Recursos Hídricos; se analizan los principios y fundamentos, para el desarrollo del curso

2.6. Contenidos mínimos:

Conceptos generales de sistemas de información y de bases de datos; sistemas manejadores de bases de datos. Matemática discreta y lógica aplicadas: teoría de conjuntos y lógica de primer

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

orden. Modelo relacional: restricciones de integridad, creación y modificación de relaciones. Diseño conceptual: fases del diseño, modelización conceptual y modelo entidad-relación. Consultas en bases de datos relacionales (SQL). Calidad de datos. Bases de datos no relacionales. Sistemas de Información Geográfica: conceptos, usos, tipos, componentes y requerimientos; datos espaciales y no espaciales. Información geográfica: el mapa como modelo, entidades y clases, relaciones entre elementos espaciales, modelo raster y modelo vectorial. Análisis con GIS: manipulación e integración de datos espaciales, cambio de proyecciones, reclasificación, generalización, análisis de conectividad y de redes.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP2

Primera evaluación = 30%

Segunda Evaluación = 30%

Evaluación Continua = 40% (Participación en clase = 50%, Desarrollo de actividades

propuestas = 50%)

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma Moodle (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a bases de datos y GIS

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Presentar los conceptos iniciales asociados a Banco de Datos Espaciales y Sistemas de Información Geográfica.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Conceptos Generales de Sistemas de Información
- Conceptos Generales de Bases de Datos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Sistemas Manejadores de Bases de Datos.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica de presentación de la unidad curricular; reconocimiento de sistemas manejadores de bases de datos y de plataformas SIG.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Conceptos básicos de matemática discreta y lógica. Modelo relacional

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Entender la matemática discreta y la lógica de los Banco de datos para poder representar la forma que se piensa en matemáticas describiendo propiedades (condiciones) sobre los elementos del Mundo Semántico, bien como entender los Modelos o el lenguaje por los cuales es posible describir.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Conceptos Básicos de Matemática Discreta y Lógica
- Teoría de Conjuntos
- Lógica de primer orden
- Modelo Relacional
- Conceptos Generales
- Restricciones de Integridad
- Creación y Modificación de Relaciones

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de teoría de conjuntos y lógica de primer orden; creación y modificación de relaciones en un gestor de bases de datos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

4.3 Unidad 3: Diseño conceptual, consultas, calidad de datos y otros modelos de datos

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los diseños conceptuales, los modelos, crear un BD y hacer consultas en el mismo. Analizar y filtrar los datos de entrada de un BD para lograr calidad en eficiencia en los BD. Reconocer otros Modelos de Datos y Bases de Datos no relacionales.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Diseño Conceptual
- Fases en el diseño de BDs
- Modelización Conceptual
- Modelo Entidad Relación
- Modelización usando Modelo ER
- Consultas en Bases de Datos Relacionales - SQL
- Calidad de Datos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Problemas de calidad de datos y cómo enfrentarlos
- Otros Modelos de Datos
- Bases de Datos no Relacionales. Descripción general de algunas de ella.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; modelización conceptual de un caso con modelo entidad-relación; práctica de consultas SQL; análisis y depuración de un conjunto de datos con problemas de calidad.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

4.4 Unidad 4: Sistemas de Información Geográfica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Entender conceptos iniciales de Sistemas de Información Geográfica, usos y aplicaciones. Que son datos espaciales y no espaciales.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Conceptos de un sistema de información geográfica.
- Usos y aplicaciones de los sistemas de información geográfica.
- Tipos de GIS y el modelo de referencia de Open GIS Consortium.
- Componentes de un GIS.
- Requerimientos de Hardware y software.
- Conceptos de Datos espaciales.
- Datos no espaciales vs. Datos espaciales.
- Procedimiento analítico y de gestión de información.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; instalación y reconocimiento del entorno de trabajo del software SIG; carga y visualización de datos espaciales y no espaciales.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

4.5 Unidad 5: Información geográfica

4.5.1 Objetivos de la unidad:

comprender el mapa como un modelo, los sistemas de información geográfica como modelos sus entidades y clases. Identificar las relaciones entre los elementos espaciales y su forma de representación Modelo Raster y Modelo Vectorial.

4.5.2 Listado de contenidos:

- El mapa como modelo.
- Los sistemas de información geográfica como modelos.
- Modelización de la información geográfica.
- Las entidades.
- Las clases.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Relaciones entre elementos espaciales.
- Modelo Raster.
- Modelo Vectorial.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de modelización de la información geográfica y de comparación entre modelo raster y modelo vectorial sobre un caso hidrológico.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

4.6 Unidad 6: Análisis utilizando un GIS

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Manipular, integrar, y analizar datos espaciales

4.6.2 Listado de contenidos:

- Manipulación de datos espaciales.
- Cambio de proyecciones.
- Integración y modelado de datos espaciales.
- Recuperación, reclasificación y generalización.
- Análisis complejos.
- Análisis de conectividad.
- Análisis de redes.

4.6.3 Principales actividades:

Prácticas en laboratorio de informática: cambio de proyecciones, integración y modelado de datos espaciales, reclasificación, análisis de conectividad y de redes; trabajo final integrador aplicado a un caso de gestión de recursos hídricos.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, computadoras del laboratorio de informática, software SIG libre (QGIS), gestores de bases de datos y plataforma virtual Moodle.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado

Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe - Fundamentals of Database Systems (2017). Pearson Addison Wesley. ISBN 978-1292097619 (7a. Edición).

Dirk van Dalen - Logic and Structure. Springer-Verlag. ISBN 3-540-57839-0 (2a. edición), 3-540-12831-X (1a. Edición).

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ralph Grimaldi - Discrete and Combinatorial Mathematics: An Applied Introduction (1994). Addison-Wesley. ISBN 978-0201726343

Volker Sperschneider, Grigorios Antoniou - Logic: A Foundation for Computer Science.Addison-Wesley. ISBN 0-201-56514-5

Vademar Setzer - Bancos de Dados: Projeto Lógico e Físico (disponible en Fotocopiadora del CEI) Groh, M. R. 2009. La Biblia de Microsoft Office Access.Anaya Multimedia. ISBN: 8441522278. 960 p.

Macdonald, M. 2007. Access 2007 (Manuales Fundamentales).Anaya Multimedia. ISBN: 9788441522091. 768 p. Madrid.

Piattini, M., De Miguel, A., Marcos, E. 2000. Diseño de Bases de DatosRelacionales.

Alfaomega. ISBN: 9701505263. México. 549 p.4. Paul D. 2009. MySQL. Edición revisada y actualizada 2009.Anaya Multimedia. ISBN: 844152551X. 928 p.

Moreno, A. 2008. Sistemas Y Análisis De La Información Geográfica - Manual De Autoaprendizaje Con ArcGis. Alfaomega-Rama. ISBN 978-970-15-1366-8. 928 p.

Borras M.R., et al. SISTEMAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:Diagnóstico y Tratamiento.Alfaomega. 288 p.

Korte, G.B. The GIS Book. 2000. How To Implement, Manage and assess the value of Geographic Information Systems. Onword Press. 5th Edition. ISBN-10: 0766828204 400 p. USA.

Davis, D.E. 2003. GIS for Everyone. Illustrated. ESRI Press. ISBN-10: 1879102498 156 p. USA.

Ormsby T., et al. 2001. Getting to Know ArcGIS Desktop. ESRI Press. ISBN-10: 1879102897. 552 p. USA.

Maguire D., Batty M., and Goodchild M. 2005.GIS, Spatial Analysis, and Modeling ESRI Press. ISBN: 1589481305. 480 p. USA.

Mitchel, A. 2001.The ESRI Guide to GIS Analysis Volume 1: Geographic Patterns & Relationships, illustrated. ESRI Press. ISBN: 9781879102064. 190 p. USA.

Mitchel, A. 2005.The ESRI Guide to GIS Analysis Volume 2: Spatial Measurements and Statistics, illustrated. ESRI Press. ISBN: 9781589481169. 252 p. USA.

Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Análisis. John Wiley & Sons Inc. ISBN: 0471329444. 408 p. USA.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador VII		
Ubicación en el Plan de Estudios	Séptimo Semestre		
Previas	Proyecto Integrador VI		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular proporciona a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para la aplicación de conocimientos técnicos en contextos reales, con el objetivo principal la preparación integral del estudiante para el mundo laboral. Tratándose del desarrollo de habilidades de colaboración, el fortalecimiento de competencias profesionales, fomento de vínculos con retos y oportunidades del sector productivo e industrial, además, de la mejora de habilidades de presentación y comunicación. Se trabaja en interacción con las demás Unidades Curriculares (UC), promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. También forma parte de la UC, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y profundo conocimiento teórico-práctico del medio laboral. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación de proyectos, con una visión integral del emprendimiento que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Gestionar eficazmente proyectos, mediante la realización de investigación aplicada y la incorporación de consideraciones éticas y de responsabilidad social.
- Mejorar habilidades de trabajo en equipo.
- Desarrollar habilidades de comunicación y presentación.
- Incentivar la creatividad y la resolución de problemas.
- Integrar conceptos teóricos relevantes para la carrera.
- Enfocarse en habilidades prácticas necesarias para proyectos específicos.
- Enfocarse en la resolución de conflictos y la toma de decisiones en grupo.
- Incorporar la búsqueda de soluciones innovadoras.
- Preparar a los estudiantes para desafíos del mundo laboral.
- Incorporar habilidades blandas como adaptabilidad y resiliencia.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en clase a la práctica de campo donde se pretende que el estudiante sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en base a estudios de caso, identificación de problemas y realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

El concepto abordado en esta unidad se vincula estrechamente con diferentes temáticas tratadas en la carrera, especialmente en lo que respecta al desarrollo de soluciones para el área de suelos.

2.6. Contenidos mínimos:

Estudio de antecedentes del suelo.

Ensayos físicos y químicos del suelo.

Elaboración del estudio critico de las condiciones del suelo.

Modelo Metodológico

El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante el modelo metodológico de utilización de proyectos, también conocido como aprendizaje basado en proyectos (ABP), implica el diseño de experiencias educativas en las cuales los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas prácticos y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos del mundo real. Este enfoque fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas. Los proyectos sirven como vehículos para que los estudiantes adquieran y apliquen conocimientos, trabajen en equipo, desarrollen habilidades de resolución de problemas y se preparen para desafíos del mundo laboral. Además, el modelo ABP promueve la autonomía del estudiante, ya que estos asumen un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje.

Cabe destacar que se recurrirá a plataformas digitales para disponer contenidos y tareas, además de visitas técnicas y actividades prácticas (campo y laboratorios) establecidas en el cronograma del proyecto. La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, y los estudiantes dispondrán de tiempo no presencial para trabajar en el análisis de

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

contenido de materiales y elaboración de documentos, de forma que la autogestión del tiempo sea un objetivo de esta UC.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño:

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas

Capacidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el estudiante desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será **evaluado mediante SCP 7:**

Primera evaluación (primera entrega) = 50%

Segunda evaluación (segunda entrega) = 50%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Microproyecto: Análisis de las condiciones fisicoquímicas del suelo

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Se trabaja en formato de ABP en conjunto con otras unidades curriculares del semestre. El estudio realiza un análisis crítico de las condiciones fisicoquímicas actuales del suelo de un predio objeto de estudio. En base a estos resultados, se solicita un Plan de Uso y Manejo de Suelos que cumpla con las implicaciones legales ambientales pertinentes para la zona.

4.1.2 Listado de contenidos:

Estudio de antecedentes de suelo

Descripción del perfil del suelo

Ensayo de velocidad de infiltración

Ensayo Fósforo Bray

Estimación de parámetros hídricos (CC, PMP y AD) de suelo en base a la información de clases texturales y materia orgánica de perfiles dominante

Materia orgánica/Carbono orgánico

Determinación de densidad aparente

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Determinación de PH

Bases totales (Ca, Mg, K, P)

Carbonato

Visita técnica al predio objeto de estudio

Charla MGAP

4.1.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, clases dedicadas a procesamiento de datos y desarrollo de informes, además de las prácticas de campo y laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones usadas en clase y material complementar.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

SEMESTRE 8

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Investigación de Operaciones

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo Semestre		
Previas	Estadística II		
Carácter	Obligatorio		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Investigación de Operaciones introduce al estudiante en los métodos cuantitativos de apoyo a la toma de decisiones. La unidad recorre la formulación y resolución de problemas de programación lineal, entera y no lineal, el análisis de sensibilidad y dualidad, la teoría de grafos y los problemas sobre redes, y las técnicas de ordenamiento de tareas (CPM y PERT) aplicadas a la programación de proyectos.

El enfoque es marcadamente aplicado: los problemas de decisión se plantean sobre situaciones propias del campo profesional —asignación de agua entre usuarios y cultivos, dimensionamiento y localización de infraestructura hídrica, programación de obras, logística de operación y mantenimiento— y se resuelven con herramientas informáticas de uso corriente (solver de planilla de cálculo y software de optimización libre).

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con presentación de conceptos y resolución guiada de ejemplos; el eje de aplicación práctica se desarrolla mediante la formulación y resolución de casos en computadora, con entrega de informes y discusión de resultados en clase.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad aporta a las Áreas de Dominio 1 y 5 del tramo Ingeniería. Por un lado, provee las herramientas para optimizar el uso conjunto de agua, suelo y energía en el diseño y la operación de distritos y módulos de riego. Por otro, sostiene la capacidad de generar proyectos de base científica, tecnológica e ingenieril, aportando los métodos de planificación, secuenciamiento y control de actividades que requiere la gestión de proyectos. Habilita al egresado a fundamentar decisiones con criterios explícitos y reproducibles frente a restricciones de recursos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Objetivo general

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Introducir al estudiante en los conocimientos básicos teórico-prácticos de la Investigación de Operaciones, y en especial en los modelos cuantitativos de decisión.

Objetivos específicos

- Desarrollar la habilidad para identificar situaciones problemáticas que requieran decisiones para su solución.
- Desarrollar la destreza para formular y usar modelos matemáticos que representen problemas de decisión.
- Facilitar el dominio de las herramientas informáticas necesarias para resolver problemas de decisión representados matemáticamente mediante técnicas de optimización y comprender totalmente sus informes de resultados.
- Introducir conceptualmente los principales prototipos de modelos que la Investigación de Operaciones ha desarrollado, enfatizando aquellos que pongan de relieve la esencia del proceso de la disciplina para resolver problemas reales y su potencial.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de identificar situaciones problemáticas que requieren una decisión y de traducirlas en un modelo matemático.
- Capacidad de formular y resolver problemas de programación lineal y entera, e interpretar la solución óptima.
- Capacidad de realizar e interpretar el análisis de sensibilidad y de utilizar la dualidad como herramienta de análisis económico.
- Capacidad de modelar y resolver problemas sobre redes: camino crítico, flujo máximo y ordenamiento de tareas.
- Capacidad de utilizar herramientas informáticas de optimización.
- Capacidad de comunicar los supuestos, las limitaciones y los resultados de un modelo a un destinatario no especializado.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Estadística II y se apoya en Matemática I y II. Es previa directa de Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos, unidad en la que las técnicas CPM y PERT se aplican a la planificación de proyectos. Sus métodos son insumo de Gestión de Distritos y Unidades de Riego, Hidroinformática y Proyección Empresarial, y se aplican en los Proyectos Integradores del tramo Ingeniería.

2.6. Contenidos mínimos:

Introducción a la Investigación de Operaciones: surgimiento y aplicaciones. Optimización: óptimos locales y globales y técnicas de optimización. Problemas de programación matemática y su clasificación. Programación lineal: características, aplicaciones, formulación y resolución por método gráfico, simplex y herramientas informáticas. Análisis de sensibilidad y dualidad. Optimización combinatoria y programación entera; algoritmo de Branch & Bound. Teoría de grafos y problemas sobre redes: camino crítico y flujo máximo. Ordenamiento de tareas: CPM y PERT. Introducción a la programación no lineal.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Todas las clases serán teóricas-prácticas, con lecturas previas señaladas y espacios para la exposición y discusión grupal de los aspectos teóricos más relevantes.

Durante el curso se plantearán situaciones problemáticas que requieran decisiones para su solución, con la consigna de representarlas como modelos matemáticos.

La ejemplificación con situaciones reales y el estudio de casos seleccionados reforzarán la formación buscada.

Las evaluaciones previstas y la producción grupal que se asignará tendrá las mismas motivaciones y enfoques.

La evaluación del proceso enseñanza/aprendizaje del estudiante se llevará a cabo mediante los siguientes criterios (Sistemas de Calificación SCP 8):

Primera evaluación = 40 % (entrega de trabajos prácticos)

Segunda Evaluación = 60 % (prueba final)

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la Investigación de Operaciones y programación lineal

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el objeto y los métodos de la Investigación de Operaciones, y formular y resolver problemas de programación lineal interpretando la solución y su sensibilidad.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la Inv. de Operaciones. Surgimiento y aplicaciones
- Definición Optimización. Óptimos locales y globales. Técnicas de optimización.
- Problemas de Programación Matemática. Clasificación: Lineal, Entera y No lineal.
- Modelos de Programación Lineal (PL). Características y aplicaciones.
- Formulación de problemas de PL.
- Resolución de problemas de PL: método gráfico, simplex y utilización de herramientas informáticas.
- Análisis de Sensibilidad y Dualidad

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica; formulación de problemas a partir de situaciones del campo profesional; resolución por método gráfico y con solver; interpretación del análisis de sensibilidad.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, computadoras del laboratorio de informática con solver de planilla de cálculo y software de optimización, y plataforma virtual Moodle.

4.2 Unidad 2: Programación entera y optimización combinatoria

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Formular y resolver problemas de programación entera, reconociendo las situaciones que exigen variables discretas y aplicando el algoritmo de Branch & Bound.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Optimización combinatoria y Programación Entera (PE)
- Formulación y resolución de problemas de PE. Algoritmo de Branch & Bound.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; resolución de casos de localización y asignación con variables binarias; uso de herramientas informáticas.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, computadoras del laboratorio de informática con solver de planilla de cálculo y software de optimización, y plataforma virtual Moodle.

4.3 Unidad 3: Teoría de grafos, redes y ordenamiento de tareas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Modelar problemas sobre redes y aplicar las técnicas de camino crítico, flujo máximo y ordenamiento de tareas a la programación de obras y actividades.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Teoría de grafos.
- Problema sobre redes. Camino crítico. Flujo máximo.
- Ordenamiento de tareas. CPM y PERT.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; construcción de la red de un proyecto de obra hidráulica y determinación del camino crítico mediante CPM y PERT.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, computadoras del laboratorio de informática con solver de planilla de cálculo y software de optimización, y plataforma virtual Moodle.

4.4 Unidad 4: Introducción a la programación no lineal

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer los problemas de programación no lineal, sus particularidades y las situaciones del campo profesional en las que se presentan.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Programación No Lineal. Ejemplos.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica y resolución de ejemplos con herramientas informáticas.

4.4.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, guías de ejercicios, computadoras del laboratorio de informática con solver de planilla de cálculo y software de optimización, y plataforma virtual Moodle.
V. Bibliografía
Investigación de Operaciones, Hamdy A. Taha, PEARSON Introducción a la Investigación de Operaciones, Hillier y Lieberman, Mc Craw Hill, 1991, ISBN 968-422-993-3.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Hidroinformática		
Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo semestre		
Previas	Gestión Integrada de Recursos Hídricos / Introducción al GIS y Bases de Datos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	56	120

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Créditos	8

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Unidad Curricular comprende la aplicación de las tecnologías de información y comunicación con énfasis en la gestión de los recursos hídricos del territorio.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta unidad permite lograr una integración y aplicación de aspectos hidráulicos, hidrológicos, agronómicos y ambientales con herramientas que ayudan a la toma de decisiones en el manejo del recurso hídrico.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Analizar, evaluar y aplicar herramientas de softwares de modelación hidrológica e hidráulica e en la gestión de recursos hídricos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Modelación de cuencas: Análisis de base de datos espaciales XYZ. Elaboración de mapas de cuadrículas, contornos y 3D (isobatas, isohipsas, líneas de flujo, parámetros físico químicos). Hidrograma de escorrentía.

Modelación del ascenso capilar en una amplia variedad de escenarios que integran el suelo, el clima y el cultivo. Análisis e interpretación de casos de estudio.

Diseño hidráulico de obras de aforo con software específico.

Resolver los problemas planteados con enfoque en la gestión de los recursos hídricos.

Desarrollar una actitud proactiva y reflexiva en el estudio de la unidad curricular.

Exponer en clase -entre todos los alumnos- los casos de estudio en forma clara y completa para su análisis y discusión.

Fomentar el trabajo en equipo en la resolución de problemas, con espíritu colaborativo, para el logro de los objetivos planteados

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad permite el análisis de datos y la utilización de modelos específicos considerando aspectos de hidrología del agua superficial y subterránea e hidráulica con enfoque en la gestión integrada del recurso hídrico del territorio.

2.6. Contenidos mínimos:

Rol de la modelación en la gestión integrada de los recursos hídricos. Tipos de modelos y fuentes de información hidrológica, meteorológica, topográfica y espacial; calidad y organización de bases de datos. Análisis espacial: modelos digitales de elevación, delimitación automática de cuencas, redes de drenaje, parámetros morfométricos, cartografía temática e interpolación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

espacial. Modelación hidrológica: transformación lluvia-escorrentía, estimación de pérdidas, hidrograma unitario, calibración, validación y análisis de sensibilidad. Modelación del agua en el suelo: movimiento en medios porosos, ascenso capilar, balance hídrico y relación suelo-planta-atmósfera. Modelación hidráulica: flujo permanente y no permanente, modelación unidimensional, curvas de remanso y diseño hidráulico de estructuras de aforo. Integración de modelos para la gestión del recurso hídrico, escenarios de cambio climático, apoyo a la toma de decisiones e incertidumbre de los modelos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ESTUDIANTE SCP 2:

1er evaluación parcial: 30%

2da evaluación parcial: 30%

Evaluación continua: 40%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la modelación aplicada a los recursos hídricos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el rol de la modelación en la gestión integrada de los recursos hídricos, distinguir los tipos de modelos disponibles y organizar la información de base necesaria para su aplicación.

4.1.2 Listado de contenidos:

Rol de la modelación en la gestión integrada de los recursos hídricos.

Conceptos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la hidrología e hidráulica.

Tipos de modelos: conceptuales, físicos y numéricos.

Fuentes de información hidrológica, meteorológica, topográfica y espacial.

Calidad, tratamiento y organización de bases de datos.

4.1.3 Principales actividades:

- Organización de bases de datos.
- Importación y visualización de información espacial.
- Análisis de casos de estudio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Computadoras del laboratorio de informática, software SIG (QGIS/ArcGIS), bases de datos hidrológicas, meteorológicas y topográficas de acceso público, material bibliográfico y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Análisis espacial y generación de modelos digitales del terreno

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Generar y procesar modelos digitales del terreno para delimitar cuencas y subcuencas, obtener parámetros morfométricos y elaborar cartografía temática.

4.2.2 Listado de contenidos:

Modelos Digitales de Elevación (MDE).

Delimitación automática de cuencas y subcuencas.

Redes de drenaje.

Parámetros morfométricos.

Elaboración de mapas temáticos.

Curvas de nivel, superficies 3D, isohipsas e isobatas.

Interpolación de datos espaciales (IDW, Kriging, TIN).

4.2.3 Principales actividades:

- Procesamiento de información espacial.
- Elaboración de cartografía temática.
- Obtención de parámetros fisiográficos.

4.2.4 Recursos disponibles:

Software SIG (QGIS/ArcGIS), modelos digitales de elevación de acceso público, cartografía nacional, computadoras del laboratorio de informática y material bibliográfico.

4.3 Unidad 3: Modelación hidrológica

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar modelos hidrológicos de transformación lluvia-escorrentía a cuencas reales, calibrarlos, validarlos y analizar su sensibilidad.

4.3.2 Listado de contenidos:

Ciclo hidrológico aplicado a la modelación.

Transformación lluvia–escorrentía.

Estimación de pérdidas.

Tiempo de concentración.

Hidrograma unitario.

Generación e interpretación de hidrogramas.

Calibración y validación de modelos.

Análisis de sensibilidad.

4.3.3 Principales actividades:

- Desarrollo de modelos hidrológicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Simulación de eventos.
- Comparación entre escenarios.

4.3.4 Recursos disponibles:

- HEC-HMS.
- SWAT (introducción).
- QGIS/ArcGIS.

4.4 Unidad 4: Modelación del agua en el suelo

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Simular el movimiento del agua en el suelo y el balance hídrico para distintos escenarios de suelo, clima y cultivo, e interpretar los resultados obtenidos.

4.4.2 Listado de contenidos:

Movimiento del agua en medios porosos.

Ascenso capilar.

Balance hídrico del suelo.

Relación suelo-planta-atmósfera.

Parámetros hidráulicos del suelo.

Simulación de distintos escenarios de suelo, clima y cultivo.

Interpretación de resultados.

4.4.3 Principales actividades:

- Simulación de escenarios.
- Evaluación del efecto de distintas condiciones climáticas y de manejo.

4.4.4 Recursos disponibles:

- HYDRUS-1D.
- AquaCrop (introducción).

4.5 Unidad 5: Modelación hidráulica

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Modelar hidráulicamente cauces y estructuras mediante modelación unidimensional en régimen permanente y no permanente, y aplicarla al diseño de obras de aforo y de conducción.

4.5.2 Listado de contenidos:

Fundamentos de hidráulica computacional.

Flujo permanente y no permanente.

Modelación unidimensional.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Secciones transversales.

Curvas de remanso.

Diseño hidráulico de estructuras de aforo.

Canales y obras hidráulicas.

4.5.3 Principales actividades:

- Modelación de cauces.
- Diseño hidráulico de una obra de aforo.
- Análisis de perfiles hidráulicos.

4.5.4 Recursos disponibles:

- HEC-RAS.

4.6 Unidad 6: Integración de modelos para la gestión del recurso hídrico

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Integrar los modelos espaciales, hidrológicos e hidráulicos en la resolución de un caso de gestión del recurso hídrico, evaluando alternativas y comunicando los resultados con explicitación de sus limitaciones e incertidumbre.

4.6.2 Listado de contenidos:

Integración de modelos hidrológicos, hidráulicos y espaciales.

Escenarios de cambio climático.

Evaluación de alternativas de gestión.

Apoyo a la toma de decisiones.

Presentación e interpretación de resultados.

Limitaciones e incertidumbre de los modelos.

4.6.3 Principales actividades:

- Resolución de un caso integrador.
- Presentación oral del trabajo final.
- Discusión crítica de resultados.

4.6.4 Recursos disponibles:

HEC-HMS, HEC-RAS, HYDRUS-1D, AquaCrop y QGIS/ArcGIS; computadoras del laboratorio de informática, bases de datos de acceso público, material bibliográfico y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Bibliografía básica

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.

Bedient, P. B., Huber, W. C., & Vieux, B. E. (2019). *Hydrology and Floodplain Analysis* (6th ed.). Pearson.

Dingman, S. L. (2015). *Physical Hydrology* (3rd ed.). Waveland Press.

Brutsaert, W. (2005). *Hydrology: An Introduction*. Cambridge University Press.

Ward, A. D., & Trimble, S. W. (2015). *Environmental Hydrology* (3rd ed.). CRC Press.

Mays, L. W. (2011). *Water Resources Engineering* (2nd ed.). Wiley.

Bibliografía específica de software

US Army Corps of Engineers. *HEC-HMS Hydrologic Modeling System User's Manual*.

US Army Corps of Engineers. *HEC-RAS River Analysis System User's Manual*.

USDA Agricultural Research Service. *SWAT—Soil and Water Assessment Tool Documentation*.

Šimůnek, J., van Genuchten, M. Th., & Šejna, M. *HYDRUS User Manual*.

FAO. *AquaCrop Reference Manual*.

Bibliografía complementaria

Maidment, D. R. (Ed.). (1993). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill.

Beven, K. (2012). *Rainfall-Runoff Modelling: The Primer* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Burrough, P. A., McDonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2015). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.

WMO. (2012). *Guide to Hydrological Practices*. World Meteorological Organization.

FAO. *Irrigation and Drainage Papers* (diversos documentos técnicos sobre agua, suelo y riego).

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Ingeniería de Riego por Gravedad

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo semestre		
Previas	Hidráulica de Conducción e Hidrometría		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Ingeniería del Riego por Gravedad forma parte de la carrera de Ingeniería de sistemas de riego, drenaje y manejo de efluentes; y se encuentra ubicado en el octavo semestre.

El mismo se desarrollará en 4 horas semanales repartidas en dos bloques de 2 horas, dedicando aproximadamente 50% de las aulas a contenido teórico y 50% dedicadas a la práctica de diseño y operación de riego por gravedad. En cuanto a los contenidos teóricos se abordará el relevamiento de información topográfica, de suelos y de cultivos necesario para el desarrollo de un proyecto de riego por gravedad. Se reafirmarán conceptos adquiridos por los estudiantes en cuánto a conducción del agua de riego, sistematización de las chacras de acuerdo con cada tipo de riego y condiciones del sitio donde se quiere desarrollar, operativa de cada tipo de riego por gravedad con sus respectivas particularidades. A su vez, en el componente práctico se ejercitarán las metodologías de cálculo necesarias para el diseño de este tipo de metodología de riego así también como el diseño de la sistematización de sistemas de riego por gravedad.

Es de gran importancia la relación de esta unidad curricular con otras unidades como: Cartografía y Topografía Digital, Manejo de Cultivos Bajo Riego, Software de Diseño de Riego, Manejo de suelos, Hidráulica de Conducción e Hidrometría, Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje, Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego. También serán importantes los conocimientos que los estudiantes tengan del idioma inglés para poder trabajar sobre publicaciones internacionales con una adecuada comprensión de manera de enriquecer el criterio de los estudiantes para abordar situaciones reales.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Este módulo pretende proveer al estudiante de los conocimientos avanzados y diseño de sistemas de riego por gravedad, el cuál es el tipo de riego más extendido en el país, sobre todo de la mano de cultivos como el arroz y la caña de azúcar, brindando las herramientas necesarias para que el futuro egresado sea el motor para el desarrollo e implementación de esta tecnología adaptándola a otros cultivos en los que aún existe una gran oportunidad de expansión.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Que los estudiantes puedan incorporar la información existente en cuanto a la ingeniería del riego por gravedad, conocer potencialidades y debilidades de esta metodología de riego, siendo protagonistas en la adaptación del diseño, así como la operativa de las diferentes metodologías del riego por gravedad para impulsar la adopción de este tipo de riego a nivel de campo en su carrera profesional.

Por otra parte, se pretende trasmitir al estudiante el concepto de eficiencia en el uso de los recursos hídricos, conocer los procesos que afectan la eficiencia del uso de agua de manera que el estudiante sea capaz de optimizar el uso del recurso.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El objetivo es la formación de recursos humanos con sólidos conocimientos en el diseño y operación de sistemas de riego por gravedad, que puedan ofrecer al sector agropecuario nacional el conocimiento necesario para levantar limitantes productivas en la producción de cultivos y pasturas de manera de contribuir a la sostenibilidad económica, social y ambiental del sector.

Es de vital importancia que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios para implementar la tecnología del riego por gravedad exitosamente en diferentes tipos de producción, haciendo un adecuado cuidado de los recursos naturales.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de diseñar agronómica e hidráulicamente sistemas de riego por gravedad en sus distintas variantes: inundación, melgas y surcos.
- Capacidad de proyectar la sistematización de una chacra: caminería, canales de riego, drenajes y nivelación del terreno.
- Capacidad de interpretar levantamientos topográficos GPS-RTK y de proyectar geo-nivelación con pendiente variable para optimizar riego y drenaje.
- Capacidad de evaluar la eficiencia de conducción, de aplicación y de almacenaje y la uniformidad de distribución de un sistema de riego por gravedad.
- Capacidad de seleccionar la maquinaria asociada a la sistematización y de planificar las labores correspondientes.
- Actitud crítica frente al uso del agua, el suelo y la energía, y capacidad de comunicar técnicamente las propuestas de diseño.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Hidráulica de Conducción e Hidrometría y se apoya en Cartografía y Topografía Digital, Manejo de Suelos, Manejo de Cultivos Bajo Riego y Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje. Es previa directa de Obras Hidráulicas I, Ingeniería de Riego a Presión y Gestión de Distritos y Unidades de Riego. Se articula con Software de Diseño de Riego, unidad en la que se modelan con WinSRFR los eventos de riego por superficie aquí estudiados, y con los Proyectos Integradores del tramo Ingeniería.

2.6. Contenidos mínimos:

Definición, ventajas, desventajas y condiciones de adopción del riego por gravedad; tipos y aplicación a distintos cultivos. Riego por inundación: convencional y en canteros, sistematización, intervalo vertical, operación, aplicación al cultivo de arroz, preparación de suelo, maquinaria y nivelación del terreno. Riego por melgas: variantes de sistematización, cálculo de dimensiones, caudal de riego,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

operación y maquinaria. Riego por surcos: fases, factores y criterios de diseño, operación, sistematización, métodos de aducción y maquinaria. Geo-nivelación con pendiente variable con tecnología GPS-RTK para optimizar riego y drenaje. Evaluación de eficiencia del riego por gravedad: eficiencia de conducción, de aplicación, de uso consuntivo, de almacenaje y uniformidad de distribución.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP 2

1er evaluación parcial: 30%

2da evaluación parcial: 30%

Evaluación continua: 40%

La evaluación del estudiante será realizada mediante dos parciales individuales que dividirán las temáticas del curso. La evaluación continua consistirá en situaciones en las que el estudiante deberá aplicar los conocimientos teóricos adquiridos para resolver situaciones de diseño y operación de sistemas de riego por gravedad. En este tipo de tareas se buscará conectar e integrar los conocimientos adquiridos por el estudiante en otras unidades curriculares. También se buscará presentar a nivel de gabinete situaciones reales que puedan ser posteriormente visitadas en el campo.

Por otra parte, se realizará la evaluación continua solicitando al estudiante la realización de revisión de bibliografía que pueden ser capítulos de libros, manuales de buenas prácticas y artículos científicos nacionales o internacionales que presenten las problemáticas que el estudiante podría enfrentarse en la implementación de este tipo de riego, y las soluciones o alternativas que se van generando a nivel científico para sortear las limitantes. También se podrán presentar ejercicios de diseño y operación de sistemas de riego por gravedad para resolver de manera individual

Se valorará para la evaluación continua:

Comunicación oral y escrita.

Capacidad crítica y autocrítica.

Utilización de herramientas informáticas.

Utilización de SIG.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción al riego por gravedad

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Definir el riego por gravedad, reconocer sus ventajas, desventajas y condiciones de adopción, e identificar sus distintas variantes y su aplicación según el cultivo.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.2 Listado de contenidos:

- 1.1. Definición de riego por gravedad.
- 1.2. Ventajas y desventajas del riego por gravedad.
- 1.3. Condiciones que favorecen la adopción del riego por gravedad.
- 1.4. Tipos de riego por gravedad (inundación, melgas, surcos y adaptaciones).
- 1.5. Aplicación de diferentes tipos de riego por gravedad en diferentes cultivos.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; análisis comparativo de alternativas de riego por gravedad sobre casos reales del país.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

4.2 Unidad 2: Riego por inundación

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Proyectar y operar sistemas de riego por inundación, con énfasis en su aplicación al cultivo de arroz y en la sistematización y nivelación del terreno.

4.2.2 Listado de contenidos:

- 2.1. Definición y usos.
- 2.2. Riego por inundación convencional y en canteros.
- 2.3. Sistematización (caminería, canales de riego, drenajes).
- 2.4. Concepto de intervalo vertical y su incidencia en los cultivos cultivo.
- 2.5. Operación de sistemas de riego por inundación.
- 2.6. Aplicación del riego por inundación en el cultivo de arroz.
- 2.7. Preparación de suelo y labores asociadas al cultivo de arroz.
- 2.8. Maquinaria asociada a la sistematización.
- 2.9. Nivelación del terreno (nivel cero, suavizado del terreno)

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de trazado de canteros e intervalo vertical; salida de campo a un establecimiento arrocero; reconocimiento de maquinaria de sistematización.

4.2.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

4.3 Unidad 3: Riego por melgas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar y operar sistemas de riego por melgas, calculando sus dimensiones y el caudal de riego según la pendiente y las características del suelo.

4.3.2 Listado de contenidos:

- 3.1. Definición y usos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 3.2. Variantes de sistematización del riego por melgas (melgas rectangulares y por curvas de nivel, con y sin salida de agua al pie)
- 3.3. Sistematización en terrenos con bajas y moderadas pendientes.
- 3.4. Cálculo de dimensiones de melga.
- 3.5. Caudal de Riego.
- 3.6. Operación de sistemas de riego por melgas.
- 3.7. Maquinaria asociada a la sistematización.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de cálculo de dimensiones de melga y de caudal de riego; análisis de variantes de sistematización.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

4.4 Unidad 4: Riego por surcos

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar y operar sistemas de riego por surcos comprendiendo sus fases hidráulicas y los factores de diseño involucrados.

4.4.2 Listado de contenidos:

- 4.1. Definición y usos
- 4.2. Fases del riego por surcos (avance, almacenamiento, vaciado y recesión)
- 4.3. Factores de diseño (pendiente, textura y profundidad de suelo, cultivo)
- 4.4. Diseño de riego por surcos (caudal del surco, largo del surco, unidades de riego, surcos por unidad de riego, etc.)
- 4.5. Operación de sistemas de riego por surcos (frecuencia de riego, período de riego,
- 4.6. Sistematización para bajas y moderadas pendientes.
- 4.7. Métodos de aducción de agua desde acequia a surcos.
- 4.8. Maquinaria asociada a la sistematización.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; prueba de campo de avance e infiltración; diseño de un sistema de riego por surcos a partir de los datos obtenidos.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

4.5 Unidad 5: Geo-nivelación con pendiente variable

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Proyectar la geo-nivelación con pendiente variable a partir de levantamientos topográficos GPS-RTK, optimizando conjuntamente el riego y el drenaje de la parcela.

4.5.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 5.1 Características de los levantamientos topográficos con tecnología GPS – RTK.
- 5.2 Diseño de Geo-nivelación con pendiente variable para optimizar drenaje.
- 5.3 Diseño de Geo-nivelación con pendiente variable para optimizar riego.

4.5.3 Principales actividades:

Práctica de levantamiento topográfico con GPS-RTK; procesamiento de datos y diseño de geo-nivelación; cálculo de movimiento de suelos.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

4.6 Unidad 6: Evaluación de la eficiencia del riego por gravedad

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Evaluar la eficiencia de conducción y de aplicación y la uniformidad de distribución de un sistema de riego por gravedad, y proponer medidas de mejora.

4.6.2 Listado de contenidos:

- 6.1. Conducciones hidráulicas en riego por gravedad.
- 6.2. Eficiencia de conducción
- 6.3. Eficiencia a nivel de parcela (eficiencia de aplicación, eficiencia de uso consuntivo, eficiencia de almacenaje, eficiencia de distribución).
- 6.4. Uniformidad de distribución
- 6.5. Eficiencia de riego

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; evaluación a campo de un sistema de riego por gravedad; procesamiento de datos, cálculo de eficiencias e informe con recomendaciones.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentaciones PowerPoint, material bibliográfico, planillas de cálculo, equipamiento topográfico GPS-RTK, material didáctico y salidas de campo a establecimientos con riego por gravedad.

V. Bibliografía

Pereira, L. & Valero, José & Buendía, María & Martin-Benito, José. (2010). El riego y sus tecnologías. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272171215_El_riego_y_sus_tecnologias

Ing. Agr Carlos Battello (Asociación de cultivadores de Arroz); Natalia Queheille (Asociación de cultivadores de Arroz); Ing Agr. Mariana Hill (Facultad de Agronomía), Ing. Agr. Raúl Uraga (Gremial de Molinos Arroceros); Ing. Agr. Daniel Gonnet (Gremial de Molinos Arroceros); Ing. Agr. Álvaro Roel (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria); Ing. Agr. Guillermina Cantou (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). Guía de buenas prácticas en el cultivo de arroz en Uruguay. Disponible en: http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4927/1/Guia-de-Buenas-Practicas-Arroz-Uruguay-ACA.pdf

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Manual de Capacitación. Riego superficial. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA). Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_superficial.pdf
Manual de riego parcelario. FAO

Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design. Walker W., et al.
Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WALKER%202003%20Surface%20Irrigation%20Simulation%20Evaluation%20and%20Design.pdf

Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego – FAO
Disponible en: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s08.htm

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Cinética y cálculo de reactores		
Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo Semestre		
Previas	Ingeniería de procesos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Cintica y cálculo de reactores aborda diferentes temas, los que son importantes para el conocimiento de un ingeniero. Consta de varios capítulos. Desde un enfoque teórico y luego practico, se propone dictar reactores y reacciones homogéneas, mecanismo y cinética de las reacciones, modelos de reactores industriales, análisis de reactores ideales discontinuos, semicontinuos y continuos, diseño de reactores par reacciones

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos, tratamiento de efluentes y residuos sólidos generados en los sectores agropecuario y agroindustrial. Siendo así, esta unidad curricular brinda herramientas que permitan alcanzar a los estudiantes el dominio profesional en el área, implicando desarrollar capacidades de gestión y aprovechamiento de agua y efluentes para su uso en riego de cultivos. Además, poder definir los métodos y procedimientos de riego más adecuados para el aprovechamiento de estos recursos, amigables con el ambiente, pero que permitan generar beneficios a los productores mediante el reciclaje de nutrientes dentro del sistema agrícola, mejorando la eficiencia productiva global del sistema de producción.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Aplicar reactores y reacciones y mecanismos y cinetica de las reacciones a modelos de reactores industriales, para conocimiento básico de los sistemas de tratamiento de efluentes.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de plantear y resolver balances de masa y de energía en sistemas reaccionantes.
- Capacidad de determinar la conversión y de aplicar las ecuaciones de diseño de reactores discontinuos y de flujo continuo.
- Capacidad de establecer leyes de velocidad y relacionarlas con la estequiometría de la reacción.
- Capacidad de dimensionar y escalar reactores ideales (batch, CSTR y RFP) aplicados al tratamiento de aguas y efluentes.
- Capacidad de analizar críticamente casos reales de reactores en plantas de potabilización y de tratamiento y de proponer mejoras.
- Capacidad de trabajo en equipo y de comunicación técnica de los resultados de un dimensionamiento.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás unidades curriculares del curso es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos dados en clase. Es previa para cursar esta asignatura la unidad curricular Ingenieria de Procesos dictada en el séptimo Semestre de la carrera.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

En el mismo semestre la asignatura se relaciona con el curso de Diseño de Plantas de Potabilización de Agua.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Estequiometria

Unidad 2: Termodinámica de las reacciones químicas

Unidad 3: Balance de masa

Unidad 4: Conversión y dimensionamiento de reactores

Unidad 5: Leyes de velocidad y estequiometria

Unidad 6: Diseño de reactores

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Trabajo en equipo.

Habilidad de investigación.

Mecanismos de evaluación.

Dos parciales escritos = 50% (Primer parcial = 25%, Segundo parcial = 25%)

Seminario = 20%

Evaluación continua = 30%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Estequiometria

4.1.1 Objetivo de la unidad:

- Realizar una introducción a la estequiometria desde el punto de vista de cinética y reacciones químicas.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción
Conceptos básicos de estequiometria

4.1.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupo y resolución de problemas y ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2 Unidad 2: Termodinámica de las reacciones químicas

4.2.1 Objetivo de la unidad:

- Realizar una introducción a la termodinámica desde el punto de vista de cinética y reacciones químicas

4.2.2 Listado de contenidos:

Procesos

Introducción

Sistema: definición y caracterización

Criterios de equilibrio químico

Determinación de composición de equilibrio

4.2.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, normativas, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Balance de masa

4.3.1 Objetivo de la unidad:

- Repasar el balance de masa

4.3.2 Listado de contenidos:

Procesos

Introducción

Velocidad de reacción

Ecuación general de balance de masa

Reactores discontinuos

Reactores continuos

4.3.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.4 Unidad 4: Conversión y dimensionamiento de reactores

4.4.1 Objetivo de la unidad:

- Conocer la ingeniería de reactores

4.4.2 Listado de contenidos:

Definición de conversión

Ecuaciones de diseño de reactor discontinuo

Ecuaciones de diseño para reactores de flujo continuo

Aplicaciones de ecuaciones para diseño

4.4.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.5 Unidad 5: Leyes de velocidad y estequiometria

4.5.1 Objetivo de la unidad:

- Brindar los conocimientos para unir las leyes de velocidad y estequiometria

4.5.2 Listado de contenidos:

Leyes de velocidad

Estequiometria

4.5.3 Principales actividades:

Clase presencial para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas/ejercicios.

4.5.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.6 Unidad 6: Diseño de reactores

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Utilizar todo lo aprendido para diseñar reactores ideales.

4.6.2 Listado de contenidos:

Balance de masa en termino de conversión

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Estructura de diseño de reactores

Escalado de reactor CSTR

Diseño CSTR

Reactores tubulares RFP

Balance de masa escritos en términos de concentración y caudales

Balances molares para CSTR RPF Batch y discontinuos

Casos reales, otros tipos de reactores

4.6.3 Principales actividades:

Clase presencial para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas/ejercicios.

4.6.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, técnicas de laboratorio, equipos e insumos de laboratorio, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

V. Bibliografía

Se recomiendan las siguientes:

Levenspiel , Ingenieria de las reacciones quimicas

Henze et. al., Biological wastewater treatment: Principles, modelling and Design. IWA publishing

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Diseño de Plantas de Potabilización de Agua
Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo Semestre

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Previas	Potabilización de Agua		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular se dividirá en dos unidades que abordarán aspectos claves para el diseño preliminar de sistemas de potabilización. En la Unidad 1, realizaremos una revisión de los conceptos fundamentales, objetivos, normativas, operaciones y procesos vinculados a los sistemas de potabilización de aguas. Posteriormente, en la unidad 2, nos adentraremos en el diseño preliminar de sistemas convencionales para la potabilización, involucrando un estudio de concepción, la correcta selección de componentes, la determinación de especificaciones del sistema, el cálculo de parámetros de operación y la creación de un diseño que garantice la eficiencia y efectividad del sistema. En grupos los estudiantes llevarán a cabo un proyecto donde serán responsables de diseñar un sistema de potabilización de aguas convencional, redactarán un informe y realizarán una presentación final. Además, se llevarán a cabo salidas de campo para que los estudiantes adquieran experiencia directa con sistemas y tecnologías de tratamiento de agua.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad curricular contribuye significativamente al perfil de egreso al desarrollar habilidades y conocimientos específicos alineados con las necesidades del campo profesional. Al finalizar la unidad, los estudiantes habrán fortalecido su capacidad para abordar desafíos complejos en el diseño de sistemas de tratamiento de agua. Además, habrán ganado experiencia práctica a través de salidas de campo, promoviendo una comprensión más profunda de la aplicación real de los conceptos aprendidos. Esta formación específica les permite a los estudiantes graduarse con una destreza técnica esencial y una visión integral, preparándolos para contribuir de manera valiosa en el ámbito profesional de la potabilización del agua.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender y aplicar conceptos fundamentales relacionados con la potabilización de aguas, incluyendo objetivos, normativas y procesos esenciales.
- Evaluar críticamente los desafíos actuales en la calidad del agua potable y proponer soluciones basadas en conocimientos adquiridos.
- Realizar un estudio de concepción para evaluar la disponibilidad y viabilidad de las fuentes hídricas disponibles.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Realizar el diseño preliminar de sistemas convencionales para la potabilización, integrando de manera efectiva operaciones, procesos, criterios y parámetros de proyecto.
- Analizar y justificar la selección de tecnologías en función de los objetivos específicos del tratamiento del agua.
- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en entornos prácticos, mejorando la capacidad de análisis y resolución de problemas.
- Integrar conocimientos multidisciplinarios para abordar desafíos complejos en el tratamiento del agua potable.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Capacidad reflexiva y actitud crítica en temas vinculados a la unidad curricular.

Habilidad para el relevamiento de información, sistematizar y sintetizar información de diversas fuentes.

Capacidad para la elaboración de hipótesis y comunicación oral y escrita.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con el resto de las unidades curriculares de la carrera facilitará al estudiante a integrar desde una mirada holística los conocimientos.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1. Introducción a la potabilización de aguas.

Unidad 2. Diseño preliminar de sistemas convencionales para la potabilización de aguas.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis

Comunicación oral y escrita

Trabajo en equipo

Habilidad de investigación.

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 024/DA/2020.

Mecanismos de evaluación: SCP 5

Diseño de proyecto = 50%

Presentación de proyecto = 30%

Otras actividades = 20%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la potabilización de aguas

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Revisar los conceptos sobre la potabilización de aguas, los objetivos, normativas vinculadas, además de las operaciones y procesos involucrados antes de iniciar con el diseño preliminar de sistemas.

4.1.2 Listado de contenidos:

Revisión de los conceptos vinculados a la potabilización de aguas, objetivos, normativas, operaciones y procesos involucrados:

4.1.3 Principales actividades:

Clases teóricas para la revisión de los conceptos y realización de actividades en grupos. Visitas técnicas a sistemas de potabilización de aguas.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Diseño preliminar de sistemas convencionales para la potabilización de aguas

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Capacitar a los estudiantes para realizar un diseño preliminar de sistemas convencionales de potabilización de aguas. Se espera que los estudiantes sean capaces de realizar un estudio de concepción para evaluar la disponibilidad y viabilidad de las fuentes hídricas disponibles.
- Seleccionar adecuadamente la ubicación del sistema y sus componentes, calcular parámetros esenciales del proyecto, y crear un diseño que garantice la eficiencia y efectividad del proceso.
- Fomentar la aplicación práctica de estos conocimientos a través de la elaboración y presentación de un proyecto, evidenciando la competencia de los estudiantes en el diseño preliminar de sistemas de potabilización de aguas convencionales.

4.2.2 Listado de contenidos:

Estudio de concepción para evaluar la disponibilidad y viabilidad de las fuentes hídricas disponibles.

Factores que definen la ubicación del sistema de potabilización de aguas.

Sistemas para la captación del agua.

Parámetros de proyecto: Período y caudales.

Diseño de las unidades del sistema de potabilización: canal parshall (coagulación), floculación; decantadores, filtros, tanque de contacto y reservorios.

4.2.3 Principales actividades:

Clases teóricas para el desarrollo de los conceptos, desarrollo de proyectos en grupos y elaboración y presentación de informes.

4.2.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.
V. Bibliografía
Di Bernardo, L.; Dantas, A.D. “Métodos e técnicas de tratamento de água. Richert, C. A. Azevedo Netto, J.M. “Tratamento de Água”.

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador VIII		
Ubicación en el Plan de Estudios	Octavo Semestre		
Previas	Proyecto Integrador VII		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		
II. Descripción de la Unidad Curricular			
2.1 Presentación de la Unidad Curricular:			

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad curricular proporciona a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para la aplicación de conocimientos técnicos en contextos reales, con el objetivo principal la preparación integral del estudiante para el mundo laboral. Tratándose del desarrollo de habilidades de colaboración, el fortalecimiento de competencias profesionales, fomento de vínculos con los retos y oportunidades del sector productivo e industrial, además, de la mejora de habilidades de presentación y comunicación. Se trabaja en interacción con los demás sectores de la carrera por el modelo de pasantías, promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. También forma parte de la unidad curricular, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y profundo conocimiento teórico-práctico del medio laboral. El título de Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación de proyectos, con una visión integral del emprendimiento que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Incorporar consideraciones éticas y de responsabilidad social.
- Mejorar habilidades de trabajo en equipo.
- Desarrollar habilidades de comunicación y presentación.
- Incentivar la creatividad y la resolución de problemas.
- Integrar conceptos teóricos relevantes para la carrera.
- Enfocarse en habilidades prácticas necesarias para proyectos específicos.
- Enfocarse en la resolución de conflictos y la toma de decisiones en grupo.
- Incorporar la búsqueda de soluciones innovadoras.
- Preparar a los estudiantes para desafíos del mundo laboral.
- Incorporar habilidades blandas como adaptabilidad y resiliencia.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar, aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en las demás UC a la práctica laboral. Donde se pretende que el estudiante sea capaz de analizar, interpretar y ejecutar metodologías y procesos relevantes para la carrera a través de la actividad formativa de pasantías. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Los conceptos abordados en esta unidad se vinculan estrechamente con diferentes temáticas tratadas en la carrera, especialmente en lo que respecta al desarrollo de soluciones para el sector laboral.

2.6. Contenidos mínimos:

Contribuir a la formación integral de los estudiantes complementando su aprendizaje teórico y práctico.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Facilitar el conocimiento de la metodología de trabajo adecuada a la realidad profesional en que los estudiantes habrán de operar, contrastando y aplicando los conocimientos adquiridos.

Favorecer el desarrollo de competencias tecnológicas, técnicas, metodológicas, personales y participativas.

Obtener una experiencia práctica que facilite la inserción en el mercado de trabajo y mejore su empleabilidad futura.

Favorecer las aptitudes de la innovación, la creatividad y el emprendimiento.

Impulsar el desarrollo y construcción de la ciudadanía en el ejercicio de las obligaciones y derechos de los estudiantes de la UTEC.

Modelo Metodológico:

El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será mediante el concepto formativo de pasantías. Las pasantías constituyen una actividad de naturaleza formativa realizada por los estudiantes y supervisada por la UTEC, cuyo objetivo es permitir aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en su formación académica, favoreciendo la adquisición de competencias que les preparen para el ejercicio de actividades profesionales, facilitando su empleabilidad y fomentando su capacidad de emprendimiento.

Este enfoque fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas. Las pasantías sirven como vehículos para que los estudiantes adquieran y apliquen conocimientos, trabajen en equipo, desarrollen habilidades de resolución de problemas y se preparen para desafíos del mundo laboral. Además, las pasantías promueven la autonomía del estudiante, ya que estos asumen un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje.

Cabe destacar que se recurrirá a plataformas digitales para disponer informaciones y tareas. La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, realizando el seguimiento y evaluación del proyecto formativo.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño

Capacidad técnica

Capacidad de aprendizaje

Administración de trabajos

Habilidades de comunicación oral y escrita

Sentido de la responsabilidad

Facilidad de adaptación

Creatividad e iniciativa

Implicación personal

Motivación

Receptividad a las críticas

Puntualidad

Relaciones con su entorno laboral

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad de trabajo en equipo

Aquellos otros aspectos que se consideren oportunos

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante SCP 7:

Primera evaluación (informe intermedio de seguimiento tutor e informe de avances del estudiante) = 50%

Segunda evaluación (informe final de seguimiento tutor e informe final del estudiante) = 50%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Presentación del proyecto formativo

4.1.1 Objetivos de la unidad:

El proyecto formativo en que se concreta la realización de cada PPC deberá fijar los objetivos educativos y las actividades a desarrollar. Los objetivos se establecerán considerando las competencias básicas, genéricas y/o específicas que debe adquirir el estudiante.

4.1.2 Listado de contenidos:

Los contenidos de la práctica se definirán de forma que aseguren la relación directa de las competencias a adquirir con los estudios cursados. En todos los casos, se procurará que el proyecto formativo se conforme respetando los principios de inclusión, igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal.

4.1.3 Principales actividades:

Las actividades serán determinadas en conjunto con el equipo de Proyecto Integrador VIII y el tutor a cargo.

4.1.4 Recursos disponibles:

Laboratorios ITRCS, estación demostrativa y experimental de riego, invernáculo y umbráculo.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

SEMESTRE 9

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Obras Hidráulicas I		
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno semestre		
Previas	Ingeniería de Riego por Gravedad		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La importancia de la disciplina de Obras Hidráulicas I en la formación del Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible es porque va a desarrollar, evaluar, supervisar y monitorear proyectos y construcción de Obras hidráulicas relacionadas con la captación y almacenamiento de agua.

La asignatura de Obras Hidráulicas I del tipo básico obligatoria, de carácter terminal y fundamental en la formación del estudiante de Ingeniería en Agua, su finalidad es proporcionar los principios, conceptos y normas generales que se aplican en la actualidad en la resolución de los problemas de Ingeniería Hidráulica para el diseño de obras de captación y almacenamiento de agua para satisfacer las demandas de riego, abastecimiento de agua a poblaciones, generación de energía, recreación, etc., así como de protección, como en el caso del control de avenidas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Aplicar los principios, conceptos y normas en el diseño de las obras de infraestructura hidráulica, para la captación y almacenamiento, con el fin de satisfacer las diferentes demandas, en particular, el destinado al riego de cultivos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funciona y se diseña una represa de tierra.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar, formular y resolver problemas relacionados con las represas de tierra.

Concebir, diseñar, elaborar y desarrollar proyectos de represas de tierra.

Modernizar y operar las represas de tierra, con la finalidad de incrementar la productividad de los sistemas, empleando materiales y estrategias que con un gran sentido humano disminuyan el impacto negativo al medio ambiente. Realizar los estudios necesarios para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos superficiales, para diversos usos, fundamentalmente en el riego.

Aplicar los principios básicos de la mecánica estructural, a partir de una necesidad específica para la solución de problemas de captación del agua, utilizando estos conocimientos con sencillez y de forma, honesta, responsable, eficiente y creativa.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en las represas de tierra.

Manejar la metodología, normatividad y normas generales que le permita diseñar obras hidráulicas de captación de agua y almacenamiento, para su aprovechamiento en el campo agrícola y zonas de producción.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Los cursos de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, Hidráulica de Conducción e Hidrometría; Cartografía y Topografía Digital; Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay y Clima y Agrometeorología ; se analizan los principios y fundamentos, así como las normas para el diseño de diferentes estructuras fundamentales en almacenamiento de agua, analizando las alternativas de revestimiento de su sección y detallando lo necesario para el diseño de represas, sus estructuras de control y estructuras de protección.

2.6. Contenidos mínimos:

Repaso de hidrostática: peso y masa específicos, densidad, presión, teorema de Torricelli, principio de Stevin y teorema de Pascal. Elementos y tipos de represas: macizo de tierra, estructuras impermeables, conducto de descarga y compuerta, collarines, aliviadero, drenes y filtros. Estudios necesarios para el proyecto de una represa: estudio hidrológico de la cuenca, componentes del equilibrio hidrológico, descarga máxima y caudal de proyecto. Proyecto de represa de tierra: elección del sitio, estudios geológicos y geotécnicos, dimensionamiento, volumen de tierra y de almacenamiento, altura, conducto de descarga, filtros, drenes y collarines, dimensionamiento y ubicación del aliviadero, percolación, causas de ruptura, disipación de energía y nociones de dibujo técnico. Construcción de la represa de tierra y control de obra. Seguridad de represas, casos especiales y obras de reparación. Estabilidad de taludes: pruebas, parámetros, métodos de verificación y factor de seguridad.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP2

Primera evaluación = 30%

Segunda Evaluación = 30% (Proyectos de represas de tierra = 80%, Presentación del proyecto = 20%)

Evaluación Continua = 40% (Participación en clase = 50%, Desarrollo de actividades propuestas = 50%)

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma Moodle (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Revisión de conceptos de hidrostática

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Retomar los conceptos de hidrostática necesarios para el cálculo de empujes y presiones sobre las estructuras de una obra de embalse.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Hidrostática
- Peso específico
- Masa específica
- Relación peso y masa
- Densidad
- Presión
- Teorema de Torricelli
- Principio de Stevin
- Teorema de Pascal

4.1.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; resolución de ejercicios de repaso de hidrostática aplicados a estructuras de retención.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.2 Unidad 2: Elementos de una represa

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Identificar los tipos de represas y describir la función de cada uno de los elementos que las componen.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Tipos de represas
- Macizo de tierra
- Estructuras impermeables
- Conducto de descarga y compuerta
- Collarines
- Aliviadero
- Drenes y filtros

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de planos y esquemas de represas existentes; reconocimiento de elementos en salida de campo.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.3 Unidad 3: Estudios necesarios para el proyecto de una represa

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Realizar el estudio hidrológico de la cuenca de aporte y determinar el caudal de proyecto y la descarga máxima de la obra.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica
- Individualización y caracterización
- Componentes del equilibrio hidrológico
- Clasificación de descarga máxima
- Caudal de proyecto

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; caracterización de una cuenca de aporte con herramientas SIG; cálculo del caudal de proyecto en planilla de cálculo.

4.3.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.4 Unidad 4: Proyecto de represa de tierra

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Proyectar una represa de tierra: elegir el sitio, dimensionar el macizo, el conducto de descarga y el aliviadero, y representar la solución mediante dibujo técnico.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Elección del sitio de construcción de la represa.
- Estudios geológicos y geotécnicos
- Dimensionamiento de la represa
- Volumen de tierra y almacenamiento de agua
- Altura de la represa
- Conducto de descarga y compuerta
- Filtros, drenes y collarines
- Dimensionamiento y ubicación del aliviadero
- Percolación de agua en el suelo
- Causas de rupturas en represas de tierra
- Disipación de energía hidráulica
- Nociones de dibujo técnico

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; desarrollo de un anteproyecto de represa de tierra para un caso real, con memoria de cálculo y planos; presentación y defensa del trabajo.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.5 Unidad 5: Construcción de la represa de tierra

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Conocer el proceso constructivo de una represa de tierra y las tareas de control de obra necesarias para asegurar su calidad.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Tiempos de construcción
- Limpieza del sitio de construcción
- Marcado de cresta
- Marcado del ancho de la base
- Control de la compactación del suelo
- Instalación de la tubería de descarga
- Construcción de núcleo impermeable
- Construcción del macizo de tierra

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Seguimiento de la inclinación del talud
- Construcción del aliviadero
- Nivelación de la cresta
- Acabamiento y protección

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; salida de campo a una obra en construcción u operación; elaboración de una lista de verificación de control de obra.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.6 Unidad 6: Seguridad de represas, casos especiales y obras de reparación

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer las principales fallas estructurales y no estructurales de las represas de tierra, sus causas y las obras de reparación correspondientes, incorporando el concepto de seguridad de represas.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Seguridad de represas
- Casos especiales y obras de reparación
- Represa de tierra sobre fundación de roca
- Represa de tierra sobre fundación permeable
- Represa de tierra con materiales de baja calidad
- Represa existente con problemas de percolación y sus reparaciones
- Fallas estructurales y sus reparaciones
- Fallas no estructurales y sus reparaciones

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de casos de fallas documentadas; propuesta de medidas de reparación.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

4.7 Unidad 7: Estabilidad de taludes

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Verificar la estabilidad de los taludes de una represa de tierra aplicando los métodos de verificación de uso corriente y evaluando el factor de seguridad obtenido.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Definición e importancia
- Pruebas y parámetros involucrados
- Métodos de verificación
- Factor de seguridad

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de verificación de estabilidad de taludes con apoyo de software específico.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de pequeñas presas (DINAGUA), presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de estabilidad de taludes, cartografía y salidas de campo a obras en construcción u operación.

V. Bibliografía

LOPES, J. D. S., LIMA, F. Z. Pequenas barragens de terra: planejamento, dimensionamento e construção. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 274p.

TERRA, R. et al. Manual de pequeñas represas. MVOTMA. 2a edición, Montevideo Uruguay. 2011. 112 pg.

STEPHENS, T. Manual sobre pequenas barragens de terra; guia para a localização, projeto e construção. Roma: FAO, 2011. 120p. (Publicaçõesda FAO sobre rega e drenagem, nº 64).

AZEVEDO NETTO. Manual de Hidráulica, São Paulo, Edigar Blucher, 1998 8ª ed. 669p

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Ingeniería de Riego a Presión
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno semestre
Previas	Ingeniería de Riego por Gravedad

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Ingeniería de Riego a Presión aborda el diseño, la operación, el mantenimiento y la evaluación de los sistemas de riego presurizados: aspersión —en sus variantes estacionarias y de desplazamiento continuo— y riego localizado de alta frecuencia. La unidad parte de la relación suelo-agua-planta y de los conceptos básicos de manejo del riego, y avanza sobre el diseño agronómico y el diseño hidráulico completo de cada sistema, cerrando con su evaluación hidráulica a partir de indicadores de funcionamiento y de desempeño.

Modelo Metodológico: el eje teórico se desarrolla en instancias sincrónicas virtuales con presentación de conceptos y desarrollo de ejemplos de aplicación; el eje de aplicación práctica se concentra en las jornadas presenciales, con proyectos de diseño resueltos en planilla de cálculo, evaluaciones hidráulicas a campo y presentación de resultados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La unidad aporta de forma directa al Área de Dominio 1 del tramo Ingeniería: diseñar sistemas de riego agronómica e hidráulicamente en función de la racionalización de los recursos, y evaluar, mantener y operar los sistemas de riego optimizando el uso del agua, el suelo y la energía. Junto con Ingeniería de Riego por Gravedad, completa la formación del egresado en el diseño de los métodos de riego de uso corriente en el país y lo habilita a intervenir profesionalmente en proyectos de tecnificación y modernización de sistemas existentes.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Desarrollar conocimientos necesarios para la aplicación de técnicas de diseño,
- operación y mantenimiento de sistemas de riego presurizados, considerando la conservación de los recursos de aguas y suelos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

- Capacidad de realizar el diseño agronómico de sistemas de riego a presión: dosis neta y bruta, frecuencia, eficiencia de aplicación y necesidades de lavado.
- Capacidad de realizar el diseño hidráulico de laterales, terciarias, secundarias y tubería principal, verificando presiones y velocidades admisibles.
- Capacidad de seleccionar emisores y aspersores y de proyectar máquinas regadoras autopropulsadas, pivotes centrales y equipos de avance lineal.
- Capacidad de dimensionar el cabezal de riego y la red de distribución de un sistema localizado.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Capacidad de evaluar hidráulicamente un sistema en funcionamiento, recolectando y procesando datos de campo e interpretando los indicadores de desempeño.
- Capacidad de comunicar técnicamente un proyecto de riego y de fundamentar las decisiones de diseño adoptadas.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Tiene como previa a Ingeniería de Riego por Gravedad y se apoya en Hidráulica de Conducción e Hidrometría, Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje, Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego y Manejo de Cultivos Bajo Riego. Es previa directa de Equipos de Bombeo y se articula con Software de Diseño de Riego, Gestión de Distritos y Unidades de Riego y Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego, así como con los Proyectos Integradores del tramo Ingeniería.

2.6. Contenidos mínimos:

Relación suelo-agua-planta y conceptos básicos de manejo del riego. Riego por aspersión: características del método, clasificación y criterios de selección; sistemas estacionarios, componentes y configuración; diseño agronómico (dosis neta y bruta, frecuencia, eficiencia de aplicación, necesidades de lavado, trazado, selección del aspersor y operación); diseño hidráulico (descarga de aspersores, dimensionamiento de laterales, secundarias y tubería principal); máquinas regadoras autopropulsadas, pivote central y máquinas de avance lineal; evaluación hidráulica. Riego localizado de alta frecuencia: distribución del agua en el perfil, salinidad y calidad de agua; componentes de la red hidráulica y emisores; diseño agronómico y diseño hidráulico; cabezal y red de distribución; evaluación hidráulica, recolección y procesamiento de datos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de calificación – según CIRCULAR 024/DE/2020 (SCP 2)

Primera evaluación = 30%. Evaluación escrita presencial. Diseño agronómico e hidráulico; manejo de riego (RPA).

Segunda Evaluación = 30%. Evaluación escrita presencial. Diseño agronómico e hidráulico; manejo de riego (RLAF).

Evaluación Continua = 40%. Proyecto y/o trabajo para entrenamiento previo a las evaluaciones. Participación, lectura de artículos (presentación y discusión), prácticas de laboratorio y/o campo. Aula invertida como metodología.

Estrategias pedagógicas planteadas

- Dictado mediante instrucción directa presenciales, con ejemplos numéricos y prácticos de experiencias nacionales e internacionales.
- Implementación de aula invertida para identificar nivel de dominio de conocimientos en el área.
- Se realizarán visitas a sistemas de riego a presión existentes (en alianza con sector empresarial nacional).

La evaluación continua consistirá en:

- Asistencia a sesiones de clases con participación activa (discusiones);
- Elaboración de tareas domiciliarias, tanto grupal como individual;
- Casos teórico – prácticos;

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Búsqueda y lectura de documentos científicos;
- Revisión de catálogos y hojas de especificaciones técnicas comerciales;
- Estudios de casos reales con entrega de reporte oral y escrito;
- Prácticas presenciales de campo. Entrega de reporte escrito;
- Disposición de aprendizaje de hojas de cálculo que permita trabajar con datos numéricos.
- Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y razonamiento crítico.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Retomar la relación suelo-agua-planta y los conceptos básicos de manejo del riego que fundamentan el diseño de los sistemas presurizados.

4.1.2 Listado de contenidos:

- 1) Introducción: relación suelo - agua - planta y conceptos básicos de manejo de riego.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular y de repaso de conceptos; resolución de ejercicios introductorios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Riego por aspersión. Diseño agronómico

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Caracterizar y clasificar los sistemas de riego por aspersión y realizar su diseño agronómico, definiendo los parámetros de riego y la operación del sistema.

4.2.2 Listado de contenidos:

- 2) Riego por aspersión. Características del método, clasificación y criterios de selección. Ventajas y desventajas del método. Sistemas estacionarios, componentes y configuración. Información base para el diseño de Sistemas.
- a. Diseño agronómico. Revisión estrategias y programación de riego, parámetros de diseño de riego (dosis neta, frecuencia de riego, eficiencia aplicación, dosis bruta, necesidades de lavado) trazado del sistema, selección del aspersor, definición de operación del sistema. Ejemplos de aplicación.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejemplos de aplicación resueltos en clase; ejercicio de diseño agronómico de un sistema estacionario para un caso real.

4.2.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Riego por aspersión. Diseño hidráulico y máquinas autopropulsadas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Realizar el diseño hidráulico de sistemas de aspersión estacionarios y proyectar máquinas regadoras autopropulsadas, pivotes centrales y equipos de avance lineal.

4.3.2 Listado de contenidos:

- b. Diseño hidráulico. Descarga aspersores, dimensionamiento de tuberías laterales (ecuaciones, criterios de diseño), dimensionamiento de tuberías secundarias, dimensionamiento de tubería principal (criterios de diseño). Ejemplos de aplicación.
- c. Máquinas regadoras autopropulsadas; cañones móviles, características, descripción, etapas de diseño. Pivote central, descripción, estructura, hidráulica, etapas de diseño, manejo en la parcela. Máquinas de avance lineal. Ejemplos de aplicación.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; dimensionamiento de laterales, secundarias y tubería principal en planilla de cálculo; ejercicio de diseño y manejo en parcela de un pivote central.

4.3.4 Recursos disponibles:

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Riego por aspersión. Evaluación hidráulica

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Evaluar hidráulicamente sistemas de aspersión estacionarios y de desplazamiento continuo mediante indicadores de funcionamiento y de desempeño.

4.4.2 Listado de contenidos:

- d. Evaluación hidráulica. Indicadores de funcionamiento y de desempeño.
- Sistemas estacionarios y de desplazamiento continuo. Recolección y procesamiento de datos. Ejemplos en campo.

4.4.3 Principales actividades:

Evaluación a campo de un sistema de aspersión; recolección y procesamiento de datos; cálculo de indicadores e informe de evaluación.

4.4.4 Recursos disponibles:

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Riego localizado de alta frecuencia. Componentes y diseño agronómico

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Caracterizar el riego localizado de alta frecuencia, reconocer los componentes de la red hidráulica y los emisores, y realizar el diseño agronómico del sistema.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5.2 Listado de contenidos:

- 3) Riego localizado de alta frecuencia. Características de localización y alta frecuencia, necesidades de agua. Distribución del agua en el perfil del suelo, condiciones de salinidad, calidad de agua.
- a. Componentes de la red hidráulica. Descripción general, aspectos básicos e hidráulicos. Emisores: tipos, hidráulica de emisores, sensibilidad, coeficientes de variación, conexiones.
- b. Diseño agronómico. Necesidades de agua (netas y totales). Dosis, frecuencias y tiempos de riego. Disposición de emisores. Ejemplos de aplicación.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejemplos de aplicación; ejercicio de diseño agronómico con disposición de emisores para un cultivo frutícola u hortícola.

4.5.4 Recursos disponibles:

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Riego localizado de alta frecuencia. Diseño hidráulico y evaluación

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Realizar el diseño hidráulico completo de un sistema de riego localizado —laterales, terciarias, cabezal y red de distribución— y evaluar su funcionamiento a partir de datos de campo.

4.6.2 Listado de contenidos:

- c. Diseño hidráulico. Hidráulica de tuberías. Dimensionamiento laterales y terciarias según punto de alimentación (ecuaciones, criterios de diseño, diámetro continuo y dos diámetros). Cabezal y red de distribución, trazado del sistema. Ejemplos de aplicación.
- d. Evaluación hidráulica. Indicadores de funcionamiento y desempeño.
- Recolección y procesamiento de datos. Ejemplos de aplicación.

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; dimensionamiento hidráulico en planilla de cálculo con criterios de diámetro continuo y de dos diámetros; evaluación hidráulica a campo y elaboración del informe final.

4.6.4 Recursos disponibles:

Presentaciones utilizadas en clase, material bibliográfico, catálogos técnicos de aspersores y emisores, planillas de cálculo de diseño, equipamiento de evaluación a campo y plataforma virtual.

V. Bibliografía

CIDIAT. 1982. Manual de Riego por Aspersión. Serie: Riego y Drenaje RD-28. Mérida, Venezuela.

Israelsen y Hansen (2003). Principios y aplicaciones del riego. Reverté.

Pizarro, F. (1987). Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF). Goteo microaspersión, exudación. Mundi-Prensa.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Tarjuelo, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Mundi-Prensa.

Yagüe, J. L. (2003). Técnicas de Riego. (4º ed.). Mundi-Prensa, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 4ª. Ed.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Software de Diseño de Riego		
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno semestre		
Previas	Hidroinformática		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

En la Unidad Curricular, SOFTWARE DE DISEÑO DE RIEGO se realizará una descripción general del uso de modelos que son de utilidad para la planificación, diseño, evaluación y optimización de sistemas y manejo del riego, para lograr un uso eficiente del agua destinada a la agricultura. El

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

uso de modelos permitirá al estudiante sistematizar información, de clima, de cultivos, de diferentes manejos, que le permitirán modelar el comportamiento de diferentes cultivos en función del agua recibida. De esta forma estará capacitado para tomar decisiones sobre el diseño de los equipos utilizando base de datos climáticas amplias y confiables, y sus decisiones estarán fundadas en estimaciones de probabilidades de ocurrencia.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Aguas y Desarrollos Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos y tratamiento de efluentes en los sectores agropecuario y agroindustrial.
La Unidad Curricular tiene como objetivo brindar al estudiante conocimientos y habilidades básicas para resolver situaciones relacionadas con el diseño de los sistemas de riego, que pueden ser utilizados en la producción agropecuaria.

Dará al estudiante conocimientos y habilidades para realizar proyectos y esquemas de diseño de sistema de riego. Además, proporciona principios básicos de diseño de sistema de riego asistido por software que utilizará en el sistema de producción agrícola y demás elementos que requiera en su desempeño profesional. Con la finalidad de aplicar de manera racional y económica el uso de los recursos hídricos en el desempeño de sus actividades profesionales. Los conocimientos adquiridos en esta UC permitirán al alumno formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos relacionados a los sistemas de riego.

Se espera que el estudiante y futuro egresado, sea capaz de desarrollar sus actividades teniendo en cuenta que la producción agropecuaria actual y futura debe ser sostenible y amigable con el ambiente por lo cual sus decisiones deben tener una base fundada en análisis de datos climáticos y de cultivos. Los modelos permiten ayudar en la toma de decisión logrando un manejo adecuado de los recursos disponibles, donde el agua es un insumo de producción que juega un rol determinante en la mejora de la rentabilidad. La presión por el cuidado ambiental y la mejora en la rentabilidad, obliga a los diseñadores de sistemas de riego a desempeñarse con mucha cautela, ya que el riego a demanda es cuestionado, por los altos costos de operación y por la competencia con otros usos del agua.
La unidad curricular Software de diseño de Riego tiene como objetivos de aprendizaje que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades en el manejo de software relacionados con el diseño de sistemas de riego. Con la información aportada en el curso el estudiante deberá ser capaz de utilizar los softwares dictados en el curso a nivel de usuario.
Esta unidad permite lograr una base sólida de conocimiento y práctica relacionado con la aplicación de los softwares de diseño de riego en el análisis y resolución de casos de riego agrícolas.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Planificar, diseñar y evaluar los métodos de riego con softwares de simulación de eventos de riego de casos reales aplicados en la agricultura.
  Comprender y analizar las potencialidades de los softwares de riego.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Modelo WinSRFR Comprender y aplicar las metodologías de diseño/evaluación con el software WinSRF v 5.1.

Resolver los problemas planteados con criterio metodológico.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Planificar, organizar y procesar los datos de entrada requeridos por los softwares.

Evaluar las variables y procedimientos que intervienen en la modelación del software.

Analizar los datos de salida y gráficas del modelo.

Diagnosticar los eventos simulados y realizar las mejoras necesarias para lograr un uso eficiente del agua de riego.

Desarrollar una actitud proactiva y reflexiva en el estudio de la materia.

Exponer los casos de estudio en forma clara y completa para su análisis y discusión en clase entre todos los alumnos.

Fomentar el trabajo en equipo con espíritu colaborativo para el logro de los objetivos planteados en la resolución de problemas.

Modelo Aquacrop

Introducción al modelo Aquacrop: conceptos, estructura, funcionalidades y aplicaciones

Descarga del Software

Clima: datos requeridos, colecta y procesamiento de datos agroclimáticos, generación de archivos de clima para Aquacrop.

Suelo: balance hídrico del suelo, características físicas del suelo, generación de archivos de suelo para Aquacrop. Uso del software Soil Water Characteristic, para caracterizar suelos en base a la granulometría.

Cultivo: desarrollo del cultivo y respuesta del cultivo al agua, generación de archivo de cultivo

Riego: manejo del riego, evaluación de diferentes estrategias de riego

Proyecto: generación de proyectos para evaluar sucesivas simulaciones.

Análisis de los resultados, interpretación de las salidas.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular se relaciona estrechamente con las unidades de los semestres anteriores: Necesidades hídricas de los cultivos, Clima y Agrometeorología, Hidrología, Manejo del suelo, Métodos y sistemas de riego y drenaje, Diseño operación y mantenimiento de sistemas de riego y drenaje.

La unidad curricular Software de diseño de riego, servirá de base para la etapa de calibración de estos modelos. La mayoría de los modelos incluyen parámetros ajustados para las situaciones ambientales donde fueron desarrollados y han incorporado información de otros sitios donde fueron utilizados y ajustados. El ajuste de dichos parámetros es necesario para que los modelos respondan adecuadamente en función de las condiciones ambientales locales. En esta unidad no está previsto la calibración de los modelos, se darán las bases, pero no se entrará en su detalle ya que requiere de conocimientos más avanzados que no son impartidos a nivel de grado

2.6. Contenidos mínimos:

Criterios de selección de los métodos de riego. Fundamentos teóricos del riego por superficie y metodología de diseño y evaluación del riego por surcos y melgas, con y sin desagüe al pie,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

según SCS-USDA. Modelo de simulación del riego por superficie WinSRFR: datos de entrada, simulación, análisis de resultados y mejora del evento de riego. Fundamentos teóricos del diseño agronómico e hidráulico del riego localizado y por aspersión, y su implementación mediante el programa RiegoLoc y planillas de cálculo. Análisis e interpretación de las salidas de los modelos y diagnóstico de los eventos simulados. Introducción al modelo AquaCrop: estructura, funcionalidades y aplicaciones; generación de archivos de clima, suelo y cultivo; evaluación de estrategias de riego; generación de proyectos y análisis de resultados.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ESTUDIANTE

SCP 2:

1º evaluación parcial (30%), 2° evaluación parcial (30%), Evaluación continua (40%).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Riego por superficie. Modelo WinSRFR

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar los criterios de selección de los métodos de riego y utilizar el modelo WinSRFR para diseñar, simular y evaluar eventos de riego por superficie a partir de casos reales.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Unidad 1: Criterios de selección de los métodos de riego. Fundamentos teóricos del riego por superficie. Casos prácticos de diseño y evaluación de riego por surcos/melgas con y sin desagüe al pie según la metodología del SCS – USDA. Modelo de simulación del riego por superficie: WinSRFR.

4.1.3 Principales actividades:

Clases prácticas en laboratorio de informática; carga de datos de pruebas de campo; simulación de eventos de riego por surcos y melgas; análisis de las salidas y propuesta de mejoras para lograr un uso eficiente del agua.

4.1.4 Recursos disponibles:

Computadoras del laboratorio de informática con los softwares WinSRFR, RiegoLoc y AquaCrop instalados; planillas de cálculo, conjuntos de datos de casos reales, manuales de los programas, presentaciones utilizadas en clase y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Riego localizado y por aspersión. Modelos de diseño

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Aplicar los fundamentos teóricos del diseño agronómico e hidráulico del riego localizado y por aspersión mediante el programa RiegoLoc y planillas de cálculo, e interpretar críticamente sus resultados.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Unidad 2: Fundamentos teóricos del diseño agronómico e hidráulico de los modelos de simulación/diseño del riego localizado: programa informático RiegoLoc y de planillas Excel. Diseño agronómico e hidráulico. Riego por aspersión.

4.2.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clases prácticas en laboratorio de informática; diseño agronómico e hidráulico de un sistema localizado y de uno por aspersión; exposición y discusión de los casos de estudio en clase.

4.2.4 Recursos disponibles:

Computadoras del laboratorio de informática con los softwares WinSRFR, RiegoLoc y AquaCrop instalados; planillas de cálculo, conjuntos de datos de casos reales, manuales de los programas, presentaciones utilizadas en clase y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Modelo AquaCrop

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Utilizar el modelo AquaCrop para simular la respuesta del cultivo al agua y evaluar distintas estrategias de riego, generando y analizando proyectos de simulación.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Introducción al modelo AquaCrop: conceptos, estructura, funcionalidades y aplicaciones. Descarga del software.
- Clima: datos requeridos, colecta y procesamiento de datos agroclimáticos y generación de archivos de clima.
- Suelo: balance hídrico del suelo, características físicas y generación de archivos de suelo.
- Cultivo: desarrollo del cultivo y respuesta al agua; generación del archivo de cultivo.
- Riego: manejo del riego y evaluación de diferentes estrategias de riego.
- Proyecto: generación de proyectos para evaluar sucesivas simulaciones.
- Análisis de los resultados e interpretación de las salidas.

4.3.3 Principales actividades:

Clases prácticas en laboratorio de informática; generación de archivos de clima, suelo y cultivo; simulación de estrategias de riego contrastantes; trabajo final en equipo con presentación oral de los resultados.

4.3.4 Recursos disponibles:

Computadoras del laboratorio de informática con los softwares WinSRFR, RiegoLoc y AquaCrop instalados; planillas de cálculo, conjuntos de datos de casos reales, manuales de los programas, presentaciones utilizadas en clase y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Bautista, E., J.L. Schlegel, A.J. Strelkoff . Manual del usuario WinSRFR 4.1, USDA-ARS, AZ, USA.

Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A.,..& Eisenhauer, D. E. (1997). Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. Journal of irrigation and drainage engineering, 123(6), 423-442.

Grassi, C. J. (1998) (Primera impresión 1988). “Fundamentos del riego”. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida. Venezuela.

Morabito, J; Mirábile, C. Salatino, S. (2007). Eficiencia de riego superficial, actual y potencial en el área de regadío del río Mendoza (Argentina). Revista Ingeniería del Agua de la Universidad de Córdoba, España, Vol. 14, No 3. pp. 199-213. ISSN: 1134–2196.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

NRCS, USDA (1997). "Irrigation guide." National Engineering Handbook, vol 452

Pascual España, B. (2008). Riegos de gravedad y a presión. Alfaomega Editorial Universitat Politècnica de València.

Pizarro, F (1996). Riegos Localizados de Alta frecuenta. 513p.

Rodrigo López, J., Cordero Ordoñez, L (2002). Riego localizado: programas informáticos para Windows. Mundiprensa, 157 p.

Tarjuelo Martín-Benito, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Ed Mundi prensa, 581 p.

USDA-Soil Conservation Service.1974 y 1984.Border and furrow irrigation. Chapters 4 y 5, Section 15 (Irrigation). Soil Conservation Service National Engineering Handbook, Washington.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno semestre		
Previas	Cinética y Cálculo de Reactores		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Créditos	6

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

El curso de Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos consiste en 6 unidades temáticas, que abordan los conceptos principales relacionados al diseño de sistemas de tratamiento de efluentes y residuos.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

La carrera de Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible tiene como objetivo formar profesionales que puedan atender la problemática del uso racional y sostenible de los recursos hídricos, evitando su contaminación y reduciendo los impactos ambientales. En este sentido, el diseño de plantas de tratamiento de los efluentes y residuos generados en las actividades antrópicas se relaciona directamente con el perfil de egreso, pues brinda herramientas para proponer tecnologías de reducción de los impactos sobre los recursos hídricos.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

El curso tiene como objetivo que el estudiante tenga habilidades teóricas y prácticas que les permitan diseñar sistemas de tratamiento de efluentes y residuos, aplicando diferentes procesos y teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Desarrollar conocimiento en el área de diseño de sistemas de tratamiento de efluentes y residuos, teniendo en cuenta las implicancias ambientales y la viabilidad económica de esos procesos.

Desarrollar un pensamiento creativo y crítico de los estudiantes, a través de debates sobre los distintos temas de la asignatura, que permitan vislumbrar soluciones integradas en estas temáticas.

Vincular los contenidos de esta asignatura con otras materias y con diferentes actores del medio.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La interacción con las demás unidades curriculares del curso es fundamental para la mejor comprensión de los conceptos dados en clase. Es previa para cursar esta asignatura la unidad curricular de Cinética y Cálculo de Reactores, dictada en el 8º semestre.

Los conocimientos aprendidos en este curso también servirán de base para el curso Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes, brindado en el décimo semestre.

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción al Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos

Unidad 2: Pretratamiento y tratamiento primario

Unidad 3: Tratamiento secundario: aerobio, anaerobio, lagunas, humedales

Unidad 4: Tratamiento terciario/avanzado

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Unidad 5: Gestión y tratamiento de residuos y lodos

Unidad 6: Casos de estudio

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de evaluación del desempeño del estudiante

Capacidad de análisis y síntesis

Comunicación oral y escrita

Trabajo en equipo

Habilidad de investigación

Mecanismos de evaluación

La evaluación del curso se realizará conforme la Circular 008/DA/2018.

El sistema de calificación adoptado será SCP 5

Diseño de Proyecto = 50%

Informe = 35% + Presentación= 15%

Parcial = 30%

Evaluación Continua = 20%

Ejercicios semanales

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción al Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Introducir y orientar a los estudiantes en los principales conceptos relacionados al diseño de los sistemas de tratamiento de efluentes y residuos.
- Abordar la concepción del proyecto y revisar las principales operaciones y procesos unitarios empleados en los sistemas de tratamiento.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción al Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos

Introducción a la Unidad Curricular: Programa, Evaluación y Cronograma, Planteo de proyectos, Contenidos mínimos

Conceptos generales en diseño, operación y mantenimiento (aspectos ambientales, sociales y económicos)

Normativas para vertido a terreno y a curso de agua, balance de masas, autodepuración de ríos y obtención de eficiencia mínima requerida del sistema de tratamiento EJERCICIO

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Establecimiento del objetivo del tratamiento: contaminantes a remover, eficiencias requeridas, destino final y procesos necesarios

Diseño conceptual, elección de tecnologías, flujograma de procesos EJERCICIO

Operaciones unitarias (coagulación, floculación, flotación, filtración, adsorción, precipitación, intercambio iónico, procesos biológicos unitarios, desinfección) - conceptos generales y criterios de utilización

Ejemplos y ejercicios

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica para el desarrollo de los conceptos teóricos iniciales.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Tratamiento Preliminar y Primario

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Orientar a respecto de los procesos involucrados en los tratamientos preliminar y primario de efluentes, los cuales incluyen: los objetivos de la aplicación de las operaciones y procesos, las principales ecuaciones de diseño, aspectos constructivos y realización de ejemplos y ejercicios.

4.2.2 Listado de contenidos:

1. Pretratamiento
1.2 Desbaste y tamizado
1.2.1 Objetivos de los procesos
1.2.2.Tipos y características de los equipos de desbaste y tamizado
1.2.3 Aspectos constructivos
1.2.4 Dimensionamiento de los sistemas de desbaste y tamizado
1.2.5 Ejemplos y ejercicios

1.3 Medidores de caudal en superficie libre y en conductos cerrados
Medidores de caudales en superficie libre : Canal Parshall
1.3.1 Objetivos de los procesos
1.3.2 Casos de aplicación
1.3.3 Ecuaciones de diseño y aspectos constructivos
1.3.4 Ventajas y desventajas de la aplicación
1.3.5 Ejemplos y ejercicios
Medidores de caudales en conductos cerrados: Medidores electromagnéticos y ultrasónicos
1.3.6 Ejercicio sobre el principio de funcionamiento, operación y mantenimiento de los principales tipos.

1.4 Tanques de ecualización
1.4.1 Objetivos de los procesos y casos de aplicación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

1.4.2 Dimensionamiento de tanques de ecualización
1.4.3 Ejemplos y ejercicios

1.5 Desarenadores
1.5.1 Teoría de la separación gravitacional de partículas en suspensión
1.5.2 Objetivos de los procesos
1.5.3 Tipos de desarenadores: de flujo horizontal y aireados.
1.5.4 Ventajas y desventajas de los tipos de desarenadores
1.5.5 Aspectos constructivos
1.5.6 Dimensionamiento de desarenadores de flujo horizontal y aireado
1.5.7 Ejemplos y ejercicios

2. Tratamiento Primario

2.1.Separación y secado de sólidos
2.1.1 Objetivos de los procesos
2.1.2 Tamaño de partícula
2.1.3 Tecnologías de sedimentación
2.1.3.1 Sedimentadores primarios (ecuaciones de diseño y aspectos constructivos)
2.1.3.2 Trampa de sólidos (ecuaciones de diseño y aspectos constructivos)
2.1.4 Tecnologías de separación por tamaño
2.1.4.1 Extrusoras
2.1.4.2 Tamices
2.1.4.3 Geotubos
2.1.5 Algunas conclusiones
2.1.7 Ejemplos y ejercicios

2.2 Flotadores y graseras
2.2.1 Objetivos de los procesos
2.2.2 Tecnologías
2.2.2.1 Graseras (ecuaciones de diseño y aspectos constructivos)
2.2.2.2 Flotadores por aire disuelto (ecuaciones de diseño y aspectos constructivos)
2.2.3 Ejemplos y ejercicios

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Tratamiento secundario

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Orientar a respecto de la etapa de tratamiento secundario de efluentes mediante procesos aerobios, anaerobios y facultativos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.2 Listado de contenidos:

1. Tratamiento aerobio
1.1. Lodos activados
1.1.1. Funcionamiento y parámetros de importancia de lodos activados (TRC, Y, kd, TRH), rangos normalmente adoptados
1.1.2. Dimensionamiento del tanque de aireación
1.1.3. Cálculo del requerimiento de oxígeno y volúmenes de aire necesarios para demanda carbonácea y nitrificación, equipos normalmente utilizados
1.1.4. Cálculo del caudal de recirculación y purga de lodos
1.1.5. Dimensionamiento de decantadores secundarios
1.1.6. Recomendaciones de proyectos (dimensiones mínimas recomendadas, alturas, etc)
1.1.7. Ejemplos y ejercicios

1.2. Lechos percoladores y biodiscos
1.2.1. Principios de funcionamiento y aplicaciones, Flujograma de procesos
1.2.2. Parámetros de proyecto
1.2.3. Ejemplos y ejercicios

2. Tratamiento anaerobio

2.1. Reactores UASB

Diseño: COV, TRH, velocidad ascensional, tuberias de distribucion, producción de biogas, purga de lodo, puesta en marcha, inoculación

Ejemplos y ejercicios

2.2. Biodigestores y tanques sépticos
Tipos de biodigestores
Diseño de biodigestores tubulares: COV, L/D, zanja, producción de biogás
Diseño de tanques sépticos
Ejemplos y ejercicios

3. Lagunas de estabilización
3.1. Lagunas de estabilización
3.1.1 Introducción
3.1.2 Tipos de lagunas

3.2. Lagunas facultativas
3.2.1 Descripción del proceso
3.2.2 Influencia de las algas
3.2.3 Influencia de las condiciones ambientales
3.2.4 Criterios para el diseño
3.2.5 Estimativa de la concentración de DBO soluble del efluente final (Régimen hidráulico)
3.2.6 Estimava de la DBO particulada del efluente final
3.2.6 Eficiencia de la laguna
3.2.7 Acumulo de lodos

3.3. Lagunas anaerobias

3.3.1 Descripción del proceso

3.3.2 Criterios para el diseño

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

3.3.3 Estimación de la concentración de DBO soluble de los efluentes finales

3.3.4 Eficiencia de la laguna

3.3.5 Acumulo de lodos

3.4 Sistema Australiano

3.4.1 Dimensionamiento de lagunas facultativas después de lagunas anaeróbicas (sistemas australianos)

3.4.2 Ejercicios

3.5. Lagunas de maduración
3.5.1 Descripción del proceso
3.5.2 Estimativa de la concentración de coliformes en el efluente final (Régimen hidráulico)
3.5.3 Eficiencia de la laguna
3.5.4 Criterios para el diseño
3.5.5 Remoción de huevos de helmintos
3.5.6 Acumulo de lodos

3.6. Lagunas aireadas facultativas
3.6.1 Principios de funcionamiento
3.6.2 Descripción del proceso
3.6.3 Criterios para el diseño
3.6.4 Estimativa de la concentración de DBO soluble del efluente final (Régimen hidráulico)
3.6.5 Estimava de la DBO particulada del efluente final
3.6.6 Eficiencia de la laguna
3.6.7 Densidad de Potencia de los aireadores
3.6.8 Requisitos de oxígeno
3.6.9 Sistema de aireación
3.6.10 Requisitos energéticos
3.6.11 Acumulo de lodos

3.7 Aspectos constructivos de las lagunas
3.7.1 Selección del sitio
3.7.2 Forma de las lagunas
3.7.3 Taludes y coronamiento de lagunas
3.7.4 Estructuras de ingreso, salida e interconexión de lagunas
3.7.5 Impermeabilización del fondo de lagunas
3.7.6 Ejercicios

4. Humedales
4.1. Principios de funcionamiento, procesos involucrados y contaminantes removidos
4.2 Plantas normalmente utilizadas
4.3. Flujo superficial, subsuperficial (horizontal y vertical), aplicaciones y eficiencias esperadas
4.4. Aspectos constructivos
4.5. Diseño Flujo vertical: reglas empíricas, ejemplos y EJERCICIO
4.6, Diseño Flujo horizontal: reglas empíricas y fórmulas cinéticas (P-k-C*), EJERCICIO
4.7 Recomendaciones constructivas
4.8 Ejercicios

4.3.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

4.4 Unidad 4: Tratamiento terciario/avanzado

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Orientar a respecto de los procesos involucrados en el tratamiento terciario de efluentes y adaptaciones del tratamiento secundario para lograr la remoción de nutrientes.

4.4.2 Listado de contenidos:

Conceptos básicos
Definición de tratamiento terciario
Operaciones y procesos aplicados para remoción de contaminantes específicos

Remoción de nutrientes
Importancia de remoción de N y P
Tratamiento terciario o adaptación del tratamiento secundario (lodos activados)
Remoción de N: nitrificación - desnitrificación, adopción de TRC adecuados, cálculo de volúmenes de tanques de aireación, factores de seguridad, cálculo del requerimiento de oxígeno, cálculo del caudal de recirculación, dimensionamiento zonas anóxica y aerobia, EJERCICIO
Remoción de P: biológica (conceptos y cálculo de volumen de zona anaerobia) y química (puntos de aplicación, reactivos utilizados, cálculo de dosis) EJERCICIO

Desinfección
Conceptos básicos, procesos naturales y artificiales adoptados, organismos indicadores
Cloración , ventajas y desventajas, estructuras necesarias, modelos para cálculo de remoción de patógenos, relación tiempo de contacto y dosis, cálculo del volumen del tanque de contacto, EJERCICIO
Radiación UV, ventajas y desventajas, estructuras necesarias, relacion intensidad y tiempo de contacto EJERCICIO
Otros procesos
Breve descripción de aplicaciones de filtración en medio granular, intercambio iónico y adsorción en carbón activo
Principales parámetros de proyecto

4.4.3 Principales actividades:

Clase presencial para la elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5 Unidad 5: Gestión y tratamiento de lodos y residuos

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Orientar respecto de las operaciones y procesos involucrados en el tratamiento y vertido de lodos y residuos.

4.5.2 Listado de contenidos:

Caracterización y cuantificación de lodos y residuos generados;
Bombeo de lodos, principales tipos de bombas.
Operaciones y procesos que se utilizan para reducir el contenido de agua y materia orgánica de lodos y residuos
Secado
Compostaje
Digestión anaerobia
Operaciones y procesos utilizados para acondicionar el lodo para su reutilización y evacuación final.
Opciones para la reutilización y evacuación final de los lodos.

4.5.3 Principales actividades:

Clase para el desarrollo de ejercicios teóricos a respecto de los temas mencionados.

4.5.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

4.6 Unidad 6: Casos de estudio

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Esta unidad es transversal a las demás y se desarrolla paralelamente a las mismas. Tiene como objetivo proponer oportunidades de proyectos prácticos a los estudiantes y realización de visitas.

4.6.2 Listado de contenidos:

Diseño de sistema de tratamiento de efluentes y/o residuos aplicado a un caso real de Uruguay
Presentación del proyecto en modalidad “juego de roles”
Realización de 1 visita a un sistema de tratamiento de efluentes en Uruguay, preferentemente lodos activados con remoción de nutrientes (p.ej. OSE Durazno, Maltería Oriental).

4.6.3 Principales actividades:

Actividad autónoma con relevamiento de datos y realización de los cálculos, en paralelo con las clases teóricas dictadas. Agendamiento de tutorías grupales para solución de dudas.

4.6.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, artículos científicos.

V. Bibliografía

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

No hay una referencia específica para todo el curso.
Se recomiendan las siguientes como materiales de consulta.

Metcalf & Eddy. (1995)Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill.

Von Sperling M. (2007). Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors. London, UK: IWA Publishing.

Von Sperling M. (2007). Waste Stabilisation Ponds. (Vol. 3). London, UK: IWA Publishing.

Chernicharo, C. A. L. (2007). Anaerobic reactors. (Vol.4) UK: IWA publishing.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). Treatment wetlands (Vol. 7). London, UK: IWA publishing.

Martí, J., Pino, M., Víquez, J. (2018). Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguimiento y control de plantas de biogás de pequeña y mediana escala enfocadas al sector lechero en Chile. Viogaz.

Airton Kunz, et al. (2019). Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. / - Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 209 p. ISBN 978-85-93823-01-5.

Kadlec & Wallace (2009). Treatment wetlands. CRS Press.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). Treatment wetlands (Vol. 7). London, UK: IWA publishing.

Martí, J., Pino, M., Víquez, J. (2018). Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguimiento y control de plantas de biogás de pequeña y mediana escala enfocadas al sector lechero en Chile. Viogaz.

Airton Kunz, et al. (2019). Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. / - Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 209 p. ISBN 978-85-93823-01-5.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Unidad Curricular	Formulación, Evaluación y Gestión de proyectos		
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno Semestre		
Previas	Investigación de Operaciones		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Descripción de los saberes a desarrollar: Adquirir fundamentos metodológicos de evaluación y gestión de proyectos que les permitan a los estudiantes conformar un pensamiento crítico, proactivo e innovador, sobre la base de una plena vinculación de la teoría con la práctica para la mejora de la sociedad. Se espera que los estudiantes desarrollen una serie de saberes y habilidades específicas relacionadas con la planificación, ejecución y control efectivo de proyectos. Algunos de los saberes clave que se pueden esperar que se desarrollen incluyen:

Es importante destacar que la gestión de proyectos es una disciplina amplia y dinámica, por lo que los contenidos y énfasis específicos pueden variar según las necesidades del campo de la ingeniería en el que se enfoque.

Modelo Metodológico: El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante dos ejes principales: eje teórico y eje de aplicación práctica. Cada uno de estos ejes será abordado con metodologías específicas que permitan el desarrollo profesional y personal del estudiante de una forma integradora.

i. Eje teórico: Este eje será abordado en el salón de clase, utilizando diferentes recursos que permitan que el estudiante acompañe y asimile los conceptos teóricos/prácticos asociados a la unidad. Las clases serán dictadas a través de charlas expositivas utilizando pizarra, diapositivas, videos, lecturas dinámicas, talleres, entre otros recursos pedagógicos pertinentes, dando énfasis tanto a la teoría como a la aplicación de la misma en las resoluciones de diversos problemas didácticos y reales. Se pondrá a disposición del estudiante

diferentes materiales utilizados como base teórica, así como materiales complementares conteniendo conceptos básicos a avanzados, a través de las plataformas virtuales como Moodle o vía mail.

ii. Eje de Aplicación Práctica: Este eje se desarrollará en clase y también con tareas autónomas propuestas a lo largo del semestre. En este momento del proceso de enseñanza, el estudiante deberá ejercitar los conceptos teóricos a través de actividades individuales y en grupo en diferentes abordajes, como cuestionarios, lecturas, lluvia de ideas, elaboración de textos,

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

proyectos, resúmenes y artículos, seminarios, foros de debate y otras actividades que apoyen a la consolidación de los fundamentos teóricos/prácticos tratados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos aporta de forma directa al Área de Dominio 5 del tramo Ingeniería —investigar, innovar y desarrollar emprendimientos de base científica, tecnológica e ingenieril—, en particular a las competencias de conocer y aplicar las herramientas y técnicas de gestión de proyectos, organizar y evaluar el tiempo y los recursos disponibles, y generar informes de proyecto siguiendo las pautas del organismo público, privado o académico que los solicita. Habilita al egresado a liderar proyectos interdisciplinarios de infraestructura hídrica y de gestión ambiental.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Se espera que los estudiantes desarrollen los siguientes saberes y habilidades:

- Marco conceptual de gestión de proyectos: Comprender los fundamentos de la gestión de proyectos, incluyendo definiciones, conceptos clave, objetivos y beneficios de la gestión de proyectos en el contexto de la ingeniería.
- Ciclo de vida del proyecto: Familiarizarse con las distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la concepción y planificación hasta la ejecución, monitoreo y cierre del proyecto.
- Planificación y organización: Aprender a desarrollar un plan de proyecto detallado, establecer objetivos claros, identificar actividades, secuenciar tareas y asignar recursos adecuadamente.
- Evaluación y gestión de riesgos: Comprender cómo identificar, evaluar y gestionar los riesgos asociados con un proyecto, y cómo elaborar planes de contingencia para mitigar los impactos negativos.
- Gestión del alcance y del tiempo: Aprender a establecer una línea base del alcance y el tiempo del proyecto, así como a realizar un seguimiento y control del progreso para asegurar que se cumplan los plazos establecidos.
- Gestión de costos y presupuestos: Adquirir habilidades para estimar los costos del proyecto, elaborar un presupuesto y controlar los gastos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Gestión de recursos humanos: Aprender a seleccionar, coordinar y liderar equipos de trabajo eficientes, teniendo en cuenta las habilidades y capacidades de los miembros del equipo.
- Comunicación y gestión de interesados: Desarrollar habilidades de comunicación efectiva y aprender a gestionar las expectativas y necesidades de los diferentes interesados en el proyecto.
- Uso de herramientas de gestión de proyectos: Familiarizarse con el uso de software y herramientas de gestión de proyectos que faciliten la planificación, seguimiento y control de las actividades del proyecto.
- Ética y responsabilidad profesional: Comprender la importancia de la ética en la gestión de proyectos, incluyendo el respeto a los derechos de los trabajadores, la seguridad laboral y el cumplimiento de las regulaciones y leyes aplicables.
- Gestión de la calidad: Aprender a establecer estándares de calidad y asegurar que los entregables del proyecto cumplan con los requisitos y expectativas establecidos.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Capacidad de formular un proyecto: definir su propósito, alcance, objetivos y límites, e identificar interesados, restricciones y riesgos iniciales.
- Capacidad de evaluar la viabilidad técnica, económica, ambiental, social, institucional y legal de un proyecto.
- Capacidad de planificar: estructurar el trabajo, secuenciar actividades, estimar duraciones y costos y asignar recursos.
- Capacidad de gestionar la ejecución: coordinar y hacer seguimiento de actividades, controlar alcance, tiempo, costos y calidad, y gestionar riesgos.
- Capacidad de liderar equipos de trabajo y de comunicarse efectivamente con los distintos interesados del proyecto.
- Actitud ética y responsable en la gestión de proyectos, con atención a la seguridad laboral y al cumplimiento de la normativa aplicable.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Integración con otras Unidades Curriculares: Los conceptos abordados en esta unidad se relacionan con gran parte de las temáticas tratadas en la carrera, enfocado a la solución de problemas desde una perspectiva de desarrollo tecnológico y científico a través de la aplicación de metodologías y análisis de gestión de proyectos.

Tiene como previa a Investigación de Operaciones, de la que retoma las técnicas de ordenamiento de tareas (CPM y PERT). Se apoya en Metodología de la Investigación y en Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay para los estudios de viabilidad institucional y legal, y en Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Ecología Agraria y Sustentabilidad para la viabilidad ambiental y social. Es previa directa de Proyección Empresarial y sostiene la formulación y gestión de los Proyectos Integradores IX y X.

2.6. Contenidos mínimos:

Marco conceptual de la gestión de proyectos y ciclo de vida del proyecto. Formulación: objetivos y metas, alcance, identificación de interesados, restricciones y riesgos iniciales; herramientas de análisis (FODA, Marco Lógico). Análisis de viabilidad técnica, económica y de mercado, ambiental y social, e institucional y legal. Planificación: definición de recursos, estructura de desglose del trabajo, secuenciamiento de actividades y duraciones, método del camino crítico, estimación de costos y presupuesto. Ejecución: coordinación y seguimiento, sistemas de información, gestión de recursos humanos, comunicación y gestión de interesados, gestión de riesgos y de la calidad. Cierre: documentación, entrega de productos finales y evaluación del cumplimiento de los objetivos. Ética y responsabilidad profesional. Herramientas informáticas de gestión de proyectos.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño: El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

Primera evaluación = 30%

Entrega de proyecto I

Segunda evaluación = 30%

Entrega de proyecto II

Evaluación continua = 40%

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividades realizadas durante las clases y autónomas

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Formulación de proyectos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Definir y establecer claramente el propósito y los límites del proyecto.
- Presentar de forma sistemática y lógica los objetivos de un programa y sus relaciones de causalidad.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Introducción a la gestión de proyectos: Visión general de qué es la gestión de proyectos, sus beneficios y su relevancia en el ámbito de la ingeniería;
- Ciclo de vida del proyecto: Explicación de las diferentes etapas que componen el ciclo de vida del proyecto y su importancia para una gestión eficiente de identificación del problema u oportunidad: Cómo reconocer y definir adecuadamente el problema o la oportunidad que motiva la ejecución del proyecto
- Objetivos y metas del proyecto: Cómo establecer objetivos claros y medibles que reflejan el propósito y los resultados esperados del proyecto.
- Alcance del proyecto: Definición de los límites y delimitación de las entregas esperadas del proyecto.
- Identificación de interesados: Identificar a todas las partes interesadas en el proyecto y comprender sus expectativas y necesidades;
- Restricciones y riesgos iniciales: Identificar las restricciones y los posibles riesgos que podrían afectar la ejecución del proyecto en esta etapa inicial.
- Herramientas de análisis: Introducción a algunas herramientas de análisis que apoyan en l
- identificación y definición de los objetivos y alcance del proyecto, como FODA, Marco Lógico, entre otras.

4.1.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.2 Unidad 2: Formulación de proyectos. Análisis de viabilidad técnica económica ambiental

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Evaluar la viabilidad del proyecto desde diferentes perspectivas y determinar si puede lograr los objetivos establecidos.

4.2.2 Listado de contenidos:

Estudio de viabilidad técnica

Estudio de viabilidad económica – mercado

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Estudio de viabilidad ambiental y social

Estudio de viabilidad institucional y legal

Otros estudios pertinentes

4.2.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.3 Unidad 3: Evaluación de proyectos. Fase de planificación

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Desarrollar un plan detallado y estructurado que guíe la ejecución del proyecto de manera eficiente.

4.3.2 Listado de contenidos:

Definir recursos necesarios
Estructura de trabajo
Secuenciar actividades y duraciones: método del camino crítico, diagrama de Gantt, entre otros
Desarrollo de estrategias de mitigación de riesgos
Planificación de la calidad y aseguramiento de la calidad
Desarrollo de un plan de comunicación y gestión de partes interesadas
Establecimiento de hitos y calendario del proyecto.

4.3.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.4 Unidad 4: Gestión de proyectos. Fase de ejecución

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Convertir el plan del proyecto en acciones concretas y resultados tangibles. Se implementan los recursos asignados, se coordina y supervisa el trabajo del equipo, se gestionan los plazos y se asegura que el proyecto avance según lo previsto.

4.4.2 Listado de contenidos:

Coordinación y seguimiento de las actividades del proyecto: Reuniones de seguimiento, sistema de información de gestión de proyectos (PMIS), reportes de avance, indicadores de desempeño, entre otros;
Gestión de los recursos humanos y asignación de responsabilidades: Estructura de Desglose de Organización (EDO), evaluación del desempeño y gestión de competencias;
Control del cumplimiento de los estándares de calidad;

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Control de costos y gestión del presupuesto;
Análisis de desviaciones y toma de medidas correctivas.

4.4.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.5 Unidad 5: Cierre del proyecto

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Formalizar y concluir las actividades relacionadas con el proyecto de manera ordenada y controlada una vez que se han alcanzado los objetivos establecidos y entregado los productos o servicios finales

4.5.2 Listado de contenidos:

Documentación y entrega de los productos finales del proyecto
Evaluación del cumplimiento de los objetivos y criterios de éxito
Elaboración de informes finales y presentación de resultados
Análisis de lecciones aprendidas y su aplicación en proyectos futuros

4.5.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado

Farkas, E. B. (2018). Reseña de la "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PMBOK)". PODIUM, (34), 85–88. https://doi.org/10.31095/podium.2018.34.

Sánchez, N. (2007). El marco lógico. Metodología para la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos. Visión Gerencial, (2), 328-343.

Camacho, H., Cámara, L. Cascante, R. & Sainz, H. 2001. El enfoque del marco lógico: 10 casos prácticos; CIDEAL-ADC, Madrid.

Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de proyectos (7.ª ed.). McGraw-Hill.

Adicionales

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Siles, R., Mondelo, E., PMP. (2018). Herramientas y técnicas para la gestión de proyectos de desarrollo pm4r; GUÍA DE APRENDIZAJE, Project Management Associate (PMA).

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Gestión de Distritos y Unidades de Riego		
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno semestre		
Previas	Ingeniería de Riego por Gravedad		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Unidad Curricular (UC) Gestión de Distritos y Unidades de Riego pertenece al noveno semestre (eje 5) del Plan de estudios “Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible” (RIDE).
En esta UC se desarrollan temas asociados al análisis de los componentes de un proyecto de riego, integrando obras hidráulicas a desarrollar y las localizaciones de los sitios de riego. Dentro

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

del proyecto de riego se analizarán los sitios más adecuados para los componentes del proyecto y posibles formas de ejecución del mismo.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta UC aborda la integridad de una propuesta de desarrollo productivo con riego, y se propone un abordaje amplio y detallado de conocimientos logrados en el correr del aprendizaje realizado en la carrera.

Este enfoque le permitirá al egresado visibilizar todos los componentes del proyecto, no solamente con un análisis predial sino también, con visiones de cuenca donde se emplaza el proyecto productivo.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Integrar fundamentos teóricos – prácticos de ingeniería y agronomía, para contrastar esos conceptos con casos reales en funcionamiento.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Proponer acciones a desarrollar en un proyecto, aplicando y discutiendo los aprendizajes realizados en la carrera.

Presentar propuestas de los diferentes componentes que posee el proyecto, analizando técnicamente lo presentado. Análisis de alternativas, evaluando las situaciones favorables y las desfavorables de las mismas.

Con los análisis de las alternativas propuestas, sistematizar posibles acciones a desarrollar en orden de importancia hacia el proyecto, que confluyan hacia una buena ejecución y longevidad del mismo.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Se propone realizar un análisis de los componentes del proyecto que tienen estrecha relación con las unidades curriculares ya realizadas por los estudiantes. Tal es el caso de las disciplinas ingeniería civil en las UCs de Obras Hidráulicas, como las disciplinas vinculadas a agronomía con el enfoque de suelos, cultivos, etc.

2.6. Contenidos mínimos:

Definiciones de distrito y unidad de riego. Administración del agua en Uruguay: marcos legales e institucionales, Política Nacional de Aguas y ámbitos de participación y articulación nacional, regional y local. Experiencias comparadas de gestión del agua (Mendoza, Argentina, y Chile). Componentes de un proyecto de riego e instituciones involucradas; análisis de proyectos de riego desde DINAGUA. Análisis preliminares para proyectos de desarrollo con riego predial y multipredial: localización de obras hidráulicas, líneas de distribución, predios a regar y sistemas de riego, suelos, rotación de cultivos y necesidades de agua de los cultivos. Manual de pequeñas presas y balance de represas para áreas de riego. Actores involucrados y organización de las actividades del proyecto. Gestión, conservación y mantenimiento de los sistemas de riego y organización del sector. Sistemas de riego multipredial en Uruguay: CALAGUA e India Muerta.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de calificación – según CIRCULAR 024/DE/2020

Sistema de Calificación es SCP 2:

Primera evaluación parcial 30 %

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Segunda evaluación parcial 30 %

Evaluación continua 40 %

La evaluación continua consistirá en:

Asistencia a sesiones de clases con participación activa (discusiones).

Elaboración de tareas domiciliarias:

Abordajes a Legislación de Agua de otros países

Presentación de propuestas para realización de proyectos

Contrastar las propuestas presentadas con casos reales en funcionamiento

Prácticas de campo con la visualización de lo proyectado en escritorio

En evaluación continua se considerará:

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Disposición de aprendizaje en las propuestas presentadas.

Discusiones de las mismas en clase, creatividad, iniciativa, razonamiento crítico, etc.

Planificación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Marco institucional y componentes de un proyecto de riego

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el marco legal e institucional de la administración del agua en Uruguay, identificar los componentes de un proyecto de riego y las instituciones involucradas, y contrastar la experiencia nacional con la de otros países de la región.

4.1.2 Listado de contenidos:

- . Introducción. Definiciones de Distrito y Unidades. Administración del agua en Uruguay. Marcos Legales e Institucionales. Institucionalidad de Política Nacional de Agua. Ámbitos de participación y articulación nacional, regional y local.
- Ejemplo de la Gestión del agua en otros países. Mendoza -Argentina- y Chile.
- Componentes de Proyecto de Riego. Instituciones involucradas.
- Detalles del análisis de Proyectos de Riego desde DINAGUA.
- Componentes de Distritos y Unidades de Riego.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica; análisis de la normativa e institucionalidad aplicable; discusión comparada de los casos de Mendoza y Chile; análisis de expedientes de proyectos presentados ante DINAGUA.

4.1.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, normativa nacional, documentos e informes institucionales (DINAGUA, MGAP), presentaciones utilizadas en clase y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Análisis y diseño de proyectos de desarrollo con riego

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Realizar los análisis preliminares de un proyecto de desarrollo con riego predial o multipredial, integrando la localización de las obras, la aptitud de los suelos, la rotación de cultivos, las necesidades de agua y el balance de la represa.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Análisis preliminares para proyectos de desarrollo con riego. Desarrollo Predial o Multipredial.
- Localización de Obras Hidráulicas. Líneas de distribución de agua, predios a regar, sistemas de riego.
- Suelos. Rotación de cultivos. Necesidades de Agua de los cultivos.
- Manual de Pequeñas Presas, detalle de los componentes y análisis del balance de represas para las áreas de riego.

4.2.3 Principales actividades:

Taller de análisis integral de un proyecto: localización de obras hidráulicas y líneas de distribución, cálculo de necesidades de agua y balance del embalse con apoyo del Manual de Pequeñas Presas; presentación grupal de las propuestas.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, Manual de diseño y construcción de pequeñas presas (DINAGUA), cartografía y software SIG, planillas de cálculo y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Gestión de distritos y unidades de riego. Casos nacionales

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Analizar la gestión, la conservación y el mantenimiento de los sistemas de riego y la organización de los actores involucrados, a partir de las experiencias multipremiales existentes en el país.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Actores involucrados y organización de las actividades en torno al proyecto de desarrollo.
- Gestión de los sistemas de riego. La conservación/mantenimiento de los sistemas de riego. Organización del sector. Control y evaluación de resultados. Mejoramiento y modernización de los mismos.
- Sistemas de Riego Multipredial en Uruguay:
- Sistema de riego de CALAGUA.
- Sistema de riego de India Muerta.

4.3.3 Principales actividades:

- Visita a proyecto en funcionamiento.

Análisis del caso visitado, discusión en clase y elaboración de un informe con propuestas de mejora de la gestión.

4.3.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, documentación de los sistemas de riego de CALAGUA e India Muerta, salida de campo a un proyecto en funcionamiento y plataforma virtual.
V. Bibliografía
Ministerio de Ambiente- Dirección Nacional de Aguas – Plan Nacional de Aguas - 2016. Ministerio de Ambiente – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Solicitud de Derechos de Uso de Agua mediante obras de aprovechamiento. Jiménez, S. La gestión del agua en Chile. 2014. Pinto, M. La administración y gestión del agua en Mendoza –Departamento General de Irrigación. Mendoza – Argentina. Morábito, J., Drovandi, A., Chambouleyron, J. 1992 – Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas. Centro Regional Andino. Métodos de Programación de Entrega de Agua. Metodología para la operación, conservación y administración de unidades de riego. Caso de estudio: zona de riego de Santiago. México. 2012. La legislación de la “Bonificación” en Italia y los consorcios de “Bonificación” de aguas. Italia. 2007. La gestión del agua en España. La Unidad de Cuenca. 2011.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador IX
Ubicación en el Plan de Estudios	Noveno Semestre

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Previas	Proyecto Integrador VIII		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular proporciona a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para la aplicación de conocimientos técnicos en contextos reales, con el objetivo principal la preparación integral del estudiante para el mundo laboral. Tratándose del desarrollo de habilidades de colaboración, el fortalecimiento de competencias profesionales, fomento de vínculos con los retos y oportunidades del sector productivo e industrial, además, de la mejora de habilidades de presentación y comunicación. Se trabaja en interacción con las demás Unidades Curriculares (UC), promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. También forma parte de UC, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y profundo conocimiento teórico-práctico del medio laboral. El título de Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación de proyectos, con una visión integral del emprendimiento que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

De forma específica, el desarrollo de los proyectos pretende:

- Gestión eficaz de proyectos, mediante la realización de investigación aplicada y la incorporación de consideraciones éticas y de responsabilidad social
- Mejorar habilidades de trabajo en equipo
- Desarrollar habilidades de comunicación y presentación
- Incentivar la creatividad y la resolución de problemas
- Integrar conceptos teóricos relevantes para la carrera
- Enfocarse en habilidades prácticas necesarias para proyectos específicos
- Enfocarse en la resolución de conflictos y la toma de decisiones en grupo
- Incorporar la búsqueda de soluciones innovadoras

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Preparar a los estudiantes para desafíos del mundo laboral
- Incorporar habilidades blandas como adaptabilidad y resiliencia.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en clase a la práctica de campo donde se pretende que el estudiante sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en función a estudios de caso, identificación de problemas y realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

El concepto abordado en esta unidad se vincula estrechamente con diferentes temáticas tratadas en la carrera, especialmente en lo que respecta al desarrollo de soluciones con un enfoque de económica circular para los sectores de efluentes y residuos.

2.6. Contenidos mínimos:

Estudio de antecedentes

Ensayos físicos, químicos y biológicos del efluente/lodo

Elaboración del estudio critico de las condiciones.

Modelo Metodológico:

El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante el modelo metodológico de utilización de proyectos, también conocido como aprendizaje basado en proyectos (ABP), implica el diseño de experiencias educativas en las cuales los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas prácticos y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos del mundo real. Este enfoque fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas. Los proyectos sirven como vehículos para que los estudiantes adquieran y apliquen conocimientos, trabajen en equipo, desarrollen habilidades de resolución de problemas y se preparen para desafíos del mundo laboral. Además, el modelo ABP promueve la autonomía del estudiante, ya que estos asumen un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje.

Cabe destacar que se recurrirá a plataformas digitales para disponer contenidos y tareas, además de visitas técnicas y actividades prácticas (campo y laboratorios) establecidas en el cronograma del proyecto. La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, y los estudiantes dispondrán de tiempo no presencial para trabajar en el análisis de contenido de materiales y elaboración de documentos, de forma que la autogestión del tiempo sea un objetivo de esta Unidad.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Principales criterios de desempeño

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será **evaluado mediante SCP 7:**

Primera evaluación (primera entrega) = 50%

Segunda evaluación (segunda entrega) = 50%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Microproyecto: Potenciales usos y aplicaciones de los lodos/efluentes de una planta residual

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Se trabaja en formato de ABP en conjunto con otras unidades curriculares del semestre. El estudio realiza un análisis crítico de los posibles usos y aplicaciones de los efluentes/lodos recogidos de una planta de tratamiento residual. Se enfoca en determinar las características del efluente/lodo generado por la PTAR y además, con base en los resultados definir el potencial de valorización.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Describir el sistema de tratamiento de efluentes, mencionando las operaciones y procesos implementados, además del objetivo de cada unidad;
- Describir el sistema de tratamiento de lodos implementado, mencionando las operaciones y procesos;
- Determinar las características de los efluentes/lodos generados y con base en los resultados definir el potencial de valorización;
- Determinación de PH;
- Determinación de conductividad;
- Determinación de humedad;
- Determinación de materia orgánica;
- Determinación de Coliformes fecales y totales;
- Ensayo de germinación;
- Determinación de metales pesados;
- Ensayo de respirometría;
- Visita técnica al predio objeto de estudio.

4.1.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, clases dedicadas a procesamiento de datos y desarrollo de informes, además de las prácticas de campo y laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones usadas en clase y material complementar.
V. Bibliografía
La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica. **Recomendado** Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p. Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

SEMESTRE 10

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Obras Hidráulicas II
Ubicación en el Plan de Estudios	Décimo semestre
Previas	Obras Hidráulicas I
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	48	48	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La importancia de la disciplina de Obras Hidráulicas II en la formación del Ingeniero/a en Agua y Desarrollo Sostenible es porque va a desarrollar, evaluar, supervisar y monitorear proyectos y construcción de Obras hidráulicas relacionadas con la captación, conducción y distribución de agua en superficie libre.

La asignatura de Obras Hidráulicas II del tipo básico obligatoria, de carácter terminal y fundamental en la formación del estudiante de Ingeniería en Agua, su finalidad es la de proporcionar los principios, conceptos y normas generales que se aplican en la actualidad en la resolución de los problemas de Ingeniería Hidráulica y que requieren de obras de infraestructura para la captación, conducción y distribución del recurso hidráulico para satisfacer los beneficios para los cuales se exige este recurso: como puede ser el riego en terrenos, abastecimiento de agua a poblaciones, generación de energía, recreación, etc.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Aplicar los principios, conceptos y normas en el diseño de las obras de infraestructura hidráulica, para la captación, conducción y distribución con el fin de satisfacer los diferentes beneficios, en particular, el destinado al riego.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funciona y se diseña canales de conducción de agua y sus estructuras, obras de captación, control y distribución de agua en canales.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar, formular y resolver problemas relacionados con obras hidráulicas de canales abiertos.
Concebir, diseñar, elaborar y desarrollar proyectos de canales abiertos.
Modernizar y operar las estructuras de captación, conducción y distribución de agua a superficie libre, con la finalidad de incrementar la productividad de los sistemas, empleando materiales y estrategias que disminuyan el impacto negativo al medio ambiente. Realizar los estudios necesarios para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos superficiales, para diversos usos, fundamentalmente en el riego.
Aplicar los principios básicos de la mecánica estructural, a partir de una necesidad específica para la solución de problemas de captación, conducción y distribución del agua, utilizando estos conocimientos con sencillez y de forma, honesta, responsable, eficiente y creativa.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación para el diseño de estructuras hidráulicas.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Manejar la metodología, normatividad y normas generales que le permita diseñar obras hidráulicas de captación, conducción y distribución de agua, para su aprovechamiento en el campo agrícola y zonas de producción.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

En el curso de Obras Hidráulicas II es necesario el conocimiento en los impartidos en los cursos de Hidráulica Aplicada; Mecánica de Fluidos; Hidrología; Elementos de Cartografía y Topografía; Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay; Hidráulica de los Sistemas de Conducción; se analizan los principios y fundamentos, así como las normas para el diseño de diferentes estructuras fundamentales en almacenamiento de agua, analizando las alternativas de revestimiento de su sección y detallando lo necesario para el diseño de presas, sus estructuras de control y estructuras de protección.

2.6. Contenidos mínimos:

Revisión de conceptos de hidráulica: flujo a superficie libre y regímenes de flujo. Diseño de canales: canales de mínima resistencia y de mínima infiltración, cambio de sección. Presas derivadoras: tipos, diseño hidráulico, diseño estructural y proyecto. Estructuras en cruce de canales: sifones, puentes-canal y alcantarillas. Estructuras de control y distribución: tomas, presas o tanques de distribución y compuertas. Revestimiento de canales y estructuras de conducción: tipos, elección del revestimiento, disipadores de energía hidráulica, caídas verticales e inclinadas y rápidas. Diseño de estructuras de protección: desfogues y entradas de agua. Estructuras de medición: tipos y aforadores para canales.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP2

Primera evaluación – 30% (prueba)

Segunda Evaluación – 30% (Prueba)

Evaluación Continua – (40%)

Participación en clase, desarrollo de actividades y de prácticas de laboratorio – (40%)

Proyectos – (60%)

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma moodle (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1 Unidad 1: Revisión de conceptos de hidráulica

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Retomar los conceptos de flujo a superficie libre y de régimen de flujo necesarios para el diseño de canales y de las estructuras asociadas.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Flujos a superficie libre
- Régimen de flujo

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; resolución de ejercicios de repaso de flujo a superficie libre.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Diseño de canales

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar canales de conducción optimizando la sección según criterios de mínima resistencia y de mínima infiltración, y resolver los cambios de sección.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Canales de mínima resistencia
- Canales de Mínima infiltración
- Cambio de sección en canales

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de diseño de secciones y de verificación de transiciones.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Presas derivadoras

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Proyectar presas derivadoras resolviendo su diseño hidráulico y estructural.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Tipos
- Diseño hidráulico
- Diseño estructural
- Proyecto

4.3.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica; desarrollo de un anteproyecto de presa derivadora con memoria de cálculo y planos.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Estructuras en cruce de canales

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Dimensionar las estructuras que permiten resolver el cruce de un canal con accidentes topográficos y con la infraestructura existente.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Sifones
- Puentes-Canal
- Alcantarillas

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de dimensionamiento de sifones, puentes-canal y alcantarillas.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Estructuras de control y distribución en canales

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Seleccionar y dimensionar las estructuras de control y distribución que permiten operar la red de canales de un distrito de riego.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Tomas
- Presas o tanques de distribución
- Compuertas

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de dimensionamiento de tomas y compuertas; análisis de la operación de la red.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Revestimiento de canales y disipación de energía

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Elegir el tipo de revestimiento adecuado a cada situación y dimensionar las estructuras de disipación de energía hidráulica.

4.6.2 Listado de contenidos:

- Tipos
- Elección del tipo de revestimiento
- Disipadores de energía hidráulica
- Caídas
- Caídas verticales.
- Caídas Inclinadas
- Rápidas

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de dimensionamiento de caídas verticales, caídas inclinadas y rápidas; verificación de la disipación de energía.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

4.7 Unidad 7: Estructuras de protección y de medición en canales

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Diseñar las estructuras de protección de la red de canales y seleccionar los aforadores adecuados para el control operativo de los caudales.

4.7.2 Listado de contenidos:

- Diseño de Desfogues.
- Diseño de Entradas de Agua.
- Tipos
- Aforadores para canales

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de diseño de desfogues y entradas de agua; selección y verificación de aforadores para canales.

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico y manuales de diseño de obras hidráulicas, presentaciones utilizadas en clase, planillas de cálculo, software de dibujo técnico y de modelación hidráulica, y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Azevedo Neto, M. F. Fernandez, R. Araujo, A. E. Ito. Manual de Hidráulica. São Paulo, Edigar Blucher, 1998, 8ª ed. 669p

French, R. H. Hidráulica de canales abiertos. Mcgraw-Hill 1988. 726 pg.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Herrera, Francisco Torres. Obras hidráulicas. México, editora Limusa, 1987, 2° ed. 297p

Jacinto, De Assunção Carvalho. OBRAS HIDRÁULICAS. Textos acadêmicos 63, Universidad Federal de Lavras. EDITORA UFLA, Lavras – MG, 2009. 266 pg.

Mario R. Martínez Menes; et al. Diseño hidráulico y estructural de presas derivadoras. México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2° ed., noviembre 2017.

TE CHOW, VEN. HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS. 1a. ed. Santafé De Bogota: MCGRAW-HILL Interamericana, 2004.

U.S. Bureau of Reclamation, 1997, Water Measurement Manual, 3rd ed., U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular	
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Modelado de Plantas de Tratamiento de Efluentes
Ubicación en el Plan de Estudios	Décimo Semestre
Previas	Diseño de Plantas de Tratamiento de Efluentes y Residuos
Carácter	Obligatoria
Modalidad	Semipresencial

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Esta Unidad Curricular tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de la modelación y simulación de plantas de tratamiento de efluentes. A lo largo de cuatro unidades, los estudiantes explorarán desde los conceptos fundamentales hasta la aplicación práctica de software especializado. Se abordarán aspectos relacionados con la optimización de procesos de remoción de materia orgánica en plantas de tratamiento de efluentes con sistemas de lodos activados.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta Unidad Curricular se alinea estrechamente con el perfil de egreso, ya que los estudiantes adquirirán la capacidad de aplicar técnicas de modelación y simulación en la resolución de problemas prácticos relacionados con el tratamiento de aguas residuales, lo que es esencial para su desarrollo profesional en este campo.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Comprender los fundamentos de la modelación y la simulación aplicados a plantas de tratamiento de efluentes.
- Seleccionar el tipo de modelo adecuado al objetivo planteado y construirlo a partir del flujo del proceso y de los datos disponibles.
- Utilizar el software BioWin para modelar procesos de tratamiento de aguas residuales, configurando el modelo y sus elementos.
- Identificar las limitaciones de las herramientas de simulación y valorar críticamente sus resultados.
- Aplicar técnicas de optimización a procesos de remoción de materia orgánica en plantas de tratamiento con lodos activados.
- Analizar la evolución tecnológica del tratamiento de efluentes y de su modelación en Uruguay y en la región.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Comprender los fundamentos de la modelación y simulación aplicados a plantas de tratamiento de efluentes.

Reforzar y aplicar conocimientos previos adquiridos a lo largo de la carrera que son esenciales para esta Unidad Curricular.

Adquirir habilidades para construir modelos, seleccionar criterios apropiados y realizar simulaciones.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Utilizar el software Biowin para la modelación de procesos de tratamiento de aguas residuales.

Identificar limitaciones del software y configurar modelos y elementos para la simulación.

Aplicar técnicas de optimización en procesos de remoción de materia orgánica en plantas de tratamiento de efluentes.

Explorar la evolución tecnológica en el campo de tratamiento de efluentes y su modelación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Esta unidad curricular incorpora y vincula conocimientos adquiridos durante toda la carrera referentes al tratamiento de efluentes. De forma directa con la unidad curricular de Diseño de Plantas de tratamiento de efluentes**.**

2.6. Contenidos mínimos:

Unidad 1: Introducción a la modelación y simulación de plantas de tratamiento de efluentes

Unidad 2: Modelación y simulación de plantas de tratamiento de aguas residuales

Unidad 3: Modelación de plantas de tratamiento usando el software BioWin

Unidad 4: Simulación de plantas de efluente con sistema de lodos activados

Eje de Aplicación Práctica: En este aspecto la metodología consistirá en modelar y simular un caso de estudio real y plantear propuestas para su optimización.

Integración con otras Unidades Curriculares: Integra el conocimiento de unidades curriculares previas, adicionalmente, podría integrar el trabajo de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales como insumo para la simulación.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación:

Primer Parcial 30%

Segundo Parcial 30%

Evaluación Continua 40%

Se valorará para la evaluación continua:

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Participación en la plataforma virtual.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad de interrelacionar los conocimientos de la carrera.

Habilidades de investigación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción a la modelación y simulación de plantas de tratamiento de Efluentes

4.1.1 Objetivos de la unidad:

- Revisar y reforzar los conocimientos adquiridos en las distintas unidades de la carrera que son esenciales para esta unidad, e introducir al participante a la modelación y simulación de plantas de tratamiento de efluentes.

4.1.2 Listado de contenidos:

Introducción
Sistemas de Lodos Activados, revisión con enfoque en los parámetros operacionales, estequiométricos y cinéticos relevantes para la modelación. Énfasis, remoción de materia orgánica.
Modelo de una Planta de tratamiento de aguas residuales: Revisión del ensamble de submodelos
Revisión del protocolo de caracterización del influente (STOWA). Énfasis, remoción de materia orgánica.

4.1.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos, discusión y ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.2 Unidad 2: Modelación y simulación de plantas de tratamiento de aguas residuales

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender los objetivos de la modelación y simulación, así como abordar los distintos tipos de modelos y condiciones de simulación, así como sus criterios de selección.

4.2.2 Listado de contenidos:

Objetivos de la modelación y simulación
Tipos y selección de modelo
Construcción de un modelo: Flujo del proceso para la modelación
Tipos de Simulación
Revisión de software disponibles para la modelación de plantas de tratamiento de efluentes

4.2.3 Principales actividades:

Clases sincrónicas el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.2.4 Recursos disponibles:

Libros, normativas, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.3 Unidad 3: Modelación de plantas de tratamiento usando el software BioWin

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Comprender el uso del software Biowin en la modelación de procesos de tratamiento de aguas residuales, incluyendo la identificación de sus limitaciones, la configuración de modelos y elementos, la construcción del modelo, familiarizarse con las opciones de simulación y obtención de resultados. Se guardará un enfoque lodos activados y remoción de materia orgánica.

4.3.2 Listado de contenidos:

Introducción a Biowin
Limitaciones del software
Configuraciones del modelo y de los elementos
Entorno y construcción del modelo
Reconocimiento de opciones de simulación y obtención de resultados

4.3.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos y resolución de problemas y ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos.

4.4 Unidad 4: Simulación de plantas de efluente con sistema de lodos activados

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Adquirir un conocimiento sobre el procedimiento para la optimización de procesos de remoción de materia orgánica en plantas de tratamiento de efluentes con lodos activados, y explorar la maduración de la tecnología en este campo.

4.4.2 Listado de contenidos:

Optimización del proceso de remoción de materia orgánica en una planta de tratamiento de efluentes con lodos activados.

Maduración de tecnologías de tratamiento de efluentes y modelación de plantas de tratamiento en Uruguay y en la región.

4.4.3 Principales actividades:

Clases presenciales para el desarrollo de los conceptos teóricos, elaboración de trabajos en grupos, presentación y discusión de resultados.

4.4.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Libros, manuales, presentaciones PowerPoint, revistas de ciencias, artículos científicos, Software Biowin . Caso de Estudio: vinculado con el ejercicio de diseño que ya realizaron en el semestre anterior / Enfoque remoción de materia Orgánica.
V. Bibliografía
Biowin Manual 2020 Chen, Guang-Hao, et al., eds. Biological wastewater treatment: principles, modeling and design. IWA publishing, 2020.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyección Empresarial		
Ubicación en el Plan de Estudios	Decimo Semestre		
Previas	Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	32	35	67
Créditos	4		

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La unidad curricular busca desarrollar la capacidad de análisis y planificación estratégica. Esta competencia implica la habilidad para evaluar el entorno empresarial, identificar oportunidades y desafíos, y formular planes estratégicos para el éxito a largo plazo de una empresa.

La unidad curricular espera proporcionar a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para llevar a cabo planes de negocios empresariales. Esto implica que el estudiante sea capaz de planificar, organizar y ejecutar proyectos empresariales eficientemente, incluyendo la comprensión de objetivos, asignación de recursos, gestión del tiempo y coordinación del equipo. Otras competencias importantes son el liderazgo, el pensamiento estratégico, la innovación, el conocimiento en gestión empresarial y las habilidades de comunicación. Estas competencias permiten al estudiante contribuir al éxito de la empresa y enfrentar desafíos técnicos y empresariales de manera efectiva.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El egresado será capaz de aplicar principios de planificación estratégica y gestión empresarial en entornos organizacionales e institucionales vinculados al agua y al desarrollo sostenible. Estará preparado para liderar y ejecutar proyectos, formular planes de negocio, gestionar recursos y tomar decisiones con visión estratégica, integrando conocimientos financieros, legales, operativos y de marketing. Esta formación le permitirá desenvolverse eficazmente en empresas, cooperativas, organismos públicos y organizaciones del sector hídrico, aportando soluciones innovadoras y sostenibles con enfoque técnico y gerencial.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Aplicar principios de planificación estratégica en contextos empresariales e institucionales del sector hídrico
- Analizar entornos organizacionales para formular planes de negocio sostenibles;
  Integrar herramientas de gestión financiera, legal, operativa y de personas en proyectos
- Desarrollar habilidades de liderazgo, innovación y comunicación en la gestión de iniciativas vinculadas al agua
- Formular estrategias de marketing aplicadas a servicios y soluciones del ámbito de la Ingeniería de aguas.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Diseñar y gestionar planes de negocio adaptados a entornos empresariales e institucionales

Tomar decisiones basadas en análisis financiero, legal y operativo en contextos reales

Liderar equipos de trabajo de manera efectiva, promoviendo la organización y el cumplimiento de objetivos

Identificar oportunidades de innovación y mejora dentro del sector del agua

Integrar una visión estratégica con responsabilidad social y ambiental en la gestión de recursos hídricos.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Los conceptos abordados en esta unidad tratan de considerar aspectos administrativos empresariales relacionados a gestión del diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de aguas.

2.6. Contenidos mínimos:

Planificación estratégica

Gestión de personas

Gestión operativa

Gestión legal

Gestión financiera

Gestión de marketing

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será evaluado mediante:

Primera evaluación = 30%

Parcial teórico

Segunda evaluación = 30%

Parcial teórico

Evaluación continua = 40%

Actividades realizadas durante las clases y autónomas.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Planificación estratégica

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Establecer una identidad y dirección clara de una organización y definir los pasos necesarios para lograr los objetivos a corto y largo plazo. Se trata de una serie de valores, creencias, normas y comportamientos compartidos dentro de una empresa u organización. También se trata de un proceso sistemático que permite a una empresa evaluar su situación actual, identificar oportunidades y desafíos, y así desarrollar estrategias para superar sus debilidades.

4.1.2 Listado de contenidos:

Definición de un Negocio
Cultura organizacional
La Visión
La Misión
Los Valores
Análisis del entorno
Objetivos Estratégicos

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.1.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.2 Unidad 2: Gestión de personas

4.2.1 Objetivos de la unidad:

- Enfocar en desarrollar y mantener una fuerza laboral comprometida, motivada y capacitada, alineada con los objetivos y valores de la organización.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Estructura Organizativa
- Necesidad de Personal
- Principales Funciones
- Proceso de Contratación
- Evaluación de Desempeño
- Liderazgo empresarial

4.2.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.3 Unidad 3: Gestión operativa

4.3.1 Objetivos de la unidad:

- Enfoca en la planificación, organización, coordinación y control de los procesos y recursos operativos para maximizar la productividad, la calidad y la satisfacción del cliente.

4.3.2 Listado de contenidos:

- Sistema Integrado de Gestión – SIG;
- Organización Internacional de Estandarización – ISO.

4.3.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.4 Unidad 4: Gestión legal

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.4.1 Objetivos de la unidad:

- Busca identificar, evaluar y mitigar los riesgos legales que podrían afectar a una organización, así como asegurar el cumplimiento de las obligaciones legales y proteger los intereses de la empresa.

4.4.2 Listado de contenidos:

- Tipos de Empresas
- Aspectos Tributarios
- Pasos para la constitución de una empresa

4.4.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.5 Unidad 5: Gestión financiera

4.5.1 Objetivos de la unidad:

- Se centra en la toma de decisiones financieras estratégicas, la gestión de los flujos de efectivo, la evaluación de la rentabilidad y el riesgo, y la optimización de la estructura de capital.

4.5.2 Listado de contenidos:

- Estructura de costes
- Estado de resultado
- Evaluación rentabilidad
- Evaluación de inversión
- Presupuestos

4.5.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

4.6 Unidad 6: Gestión de marketing

4.6.1 Objetivos de la unidad:

- Se centra en comprender las necesidades y deseos del mercado, desarrollar estrategias y tácticas efectivas, y construir relaciones sólidas con los clientes para lograr los objetivos de la organización.

4.6.2 Listado de contenidos:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- Identificar necesidades del mercado;
- Estrategias de marketing;
- Plan de acción de marketing.

4.6.3 Principales actividades:

Clase expositiva para desarrollo de los conceptos teóricos, seguida de la práctica de ejercicios.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico. Presentaciones usadas en clase. Ejercicios planteados en clase.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Rodríguez Rivero, L. (2018). Estrategia y planificación empresarial: El arte de proyectar y construir la empresa del futuro. Barcelona: Editorial GEDISA.

Alles, M. (2019). Gestión del talento: Cómo atraer, retener y desarrollar personas de éxito en las organizaciones. Buenos Aires: Granica.

Maquieira, C., Ibáñez, F. J. y García Lara, J. M. (2017). Gestión financiera: Fundamentos y aplicaciones. Madrid: Editorial Pirámide.

Lambin, J.-J. (2020). Marketing estratégico: Planificación y gestión. Barcelona: Editorial Pearson Educación.

Adicionales:

Goodstein, L., Nolan, T. y Pleiffer, J. W. (2016). Planificación estratégica: Fundamentos y aplicaciones. Nueva York: McGraw-Hill Education.

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Nombre de la Unidad Curricular	Equipos de Bombeo		
Ubicación en el Plan de Estudios	Décimo semestre		
Previas	Ingeniería de Riego a Presión		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Unidad Curricular (UC) Equipos de Bombeo (EBO) pertenece al décimo semestre (eje 5) del Plan de estudios "Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible" (IAGUA), precedida de la UC "Ingeniería de Riego a Presión" como previatura.

En esta UC se desarrollan temas asociados al análisis hidráulico, selección de bombas y operación de sistemas de bombeo en aplicaciones de transporte, elevación y entrega de agua y efluentes de origen agropecuario. Asimismo, se aborda el análisis de consumo energético de dichos sistemas.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Esta UC aporta continuidad a la formación del alumno, pues se estudia el efecto que genera la instalación de bombas sobre sistemas de tuberías presurizadas. Este abordaje, le permitirá al egresado construir conocimientos necesarios para identificar problemas y proponer soluciones en diversos contextos profesionales asociados a recursos hidráulicos e hídricos, contemplando también recursos energéticos y financieros inherentes.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

- Integrar fundamentos teóricos – prácticos de mecánica de fluidos, hidráulica y sistemas de bombeo, para ser aplicados al campo de sistemas de almacenamiento y distribución tanto de agua como efluentes de origen agropecuario, aplicando métodos y criterios técnicos – financieros.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Describir distintos tipos de bombas y sus aplicaciones, en especial, las más usadas en el medio rural: las rotodinámicas.

Contribuir a la construcción de conocimientos que forjen criterios técnicos para seleccionar, entre el universo de bombas hidráulicas y motores comerciales, el equipo más apropiado para un proyecto determinado y, de ser necesario, definir asociaciones de máquinas acorde a cada situación, procurando el uso razonable de recursos. Generar respuesta y soluciones a problemas asociados al transporte, elevación y entrega tanto de agua como de efluentes de origen agropecuario.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

La aplicación de fundamentos teóricos – prácticos está basada en problemas asociados a la gestión de recursos aguas y suelos en el medio rural, por lo que el buen dominio de UCs previas de la línea de formación profesional y académica de IAGUA por parte de los estudiantes juega papel imprescindible en el desenvolvimiento del contexto de Equipos de Bombeo y construcción de nuevos conocimientos.

2.6. Contenidos mínimos:

Influencia de las bombas en sistemas de tuberías; potencia hidráulica y línea de gradiente hidráulico; curvas características de tuberías; máquinas hidráulicas y clasificación de equipos de bombeo. Bombas centrífugas: funcionamiento, elementos constructivos, clasificación, pérdidas de energía, curvas características, velocidad específica, leyes de similitud, punto de operación y acoplamiento en serie y en paralelo. Problemas de bombas centrífugas: propiedades físicas del líquido, cavitación y altura de succión. Selección de bombas centrífugas y reconocimiento de catálogos comerciales. Bombas turbina vertical, de flujo mixto y axial. Bombas de desplazamiento positivo. Bombeo de efluentes: caracterización, regímenes de funcionamiento e instalaciones. Motores que accionan bombas y dimensionamiento. Consumo de energía, métodos de regulación del punto de operación y análisis económico. Prácticas de laboratorio de curvas características, velocidad específica y acoplamiento de bombas.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de calificación – según CIRCULAR 024/DE/2020 (SCP 1):

Primera evaluación parcial 25 %.

Segunda evaluación parcial 35 %.

Evaluación continua 40 % (ejercicios en clase, asistencia, participación, proactividad, actividades de laboratorio, etc.).

La evaluación continua consistirá en:

Asistencia a sesiones de clases con participación activa (discusiones).

Elaboración de tareas domiciliarias:

Casos prácticos de cálculo;

Revisión de catálogos y hojas de especificaciones técnicas de distintos equipos comerciales;

Estudios de casos reales con entrega de reporte oral y escrito.

Prácticas de laboratorio con entrega de reporte/informe.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Prácticas presenciales de campo.

Clases invertidas

En evaluación continua se considerará:

Capacidad de análisis y síntesis.

Comunicación oral y escrita.

Disposición de aprendizaje de hojas de cálculo que permita trabajar con datos numéricos.

Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y

razonamiento crítico.

Pensamiento lógico.

Planificación.

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Introducción y generalidades

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el efecto de la incorporación de una bomba en un sistema de tuberías y construir e interpretar la curva característica del sistema.

4.1.2 Listado de contenidos:

- INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES. Influencia de bombas en sistemas de tuberías, Potencia hidráulica, Línea de gradiente hidráulico. Alimentación y descarga de tuberías desde reservorios o depósitos de agua. Curvas características de tuberías. Máquinas hidráulicas y clasificación, equipo de bombeo.

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; construcción de curvas características de tuberías y determinación de la línea de gradiente hidráulico.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Bombas centrífugas

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el funcionamiento y la constitución de las bombas centrífugas, interpretar sus curvas características y determinar el punto de operación, incluido el acoplamiento en serie y en paralelo.

4.2.2 Listado de contenidos:

- BOMBAS CENTRÍFUGAS. Funcionamiento, elementos constructivos y clasificación. Pérdidas de energía existentes en bombas rotodinámicas, curvas características (diagrama de velocidades, curva característica teórica vs real). Velocidad específica, leyes

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

de similitud de bombas centrífugas, punto de operación. Acoplamiento de bombas centrífugas: paralelo y serie.

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; resolución de ejercicios de determinación del punto de operación y de aplicación de las leyes de similitud.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Problemas y selección de bombas centrífugas

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Identificar y prevenir los problemas de funcionamiento de las bombas centrífugas —en particular la cavitación— y seleccionar el equipo adecuado a partir de catálogos comerciales.

4.3.2 Listado de contenidos:

- PROBLEMAS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS. Influencia de las propiedades físicas del líquido, cavitación, altura de succión. Golpe de ariete, descripción del fenómeno, dispositivos de seguridad. Equipo complementario y normas generales de instalación de equipos de bombeo. Selección de válvulas hidráulicas.
- SELECCIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS. Reconocimiento de catálogos comerciales de bombas. Ejercicios y casos de aplicación.

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; verificación de NPSH disponible y requerido; ejercicios y casos de aplicación de selección de bombas sobre catálogos comerciales.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Otros tipos de bombas

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Reconocer las bombas turbina vertical, de flujo mixto y axial y las bombas de desplazamiento positivo, e identificar las situaciones en que su empleo resulta apropiado.

4.4.2 Listado de contenidos:

- BOMBA TURBINA VERTICAL, DE FLUJO MIXTO Y AXIAL. Generalidades, definición y elementos estructurales. Captación de agua. Metodología de selección de bombas turbina vertical y bombas sumergibles para pozo profundo.
- BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO. Definición, funcionamiento, partes y elementos constructivos, clasificación de bombas de desplazamiento positivo.

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis de casos de captación de agua subterránea y de bombeo de fluidos viscosos o con sólidos.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.5 Unidad 5: Bombeo de efluentes, motores y consumo de energía

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Proyectar instalaciones de bombeo de efluentes, dimensionar los motores que accionan las bombas y evaluar el consumo de energía y la conveniencia económica de las alternativas de regulación del punto de operación.

4.5.2 Listado de contenidos:

- BOMBEO EN EFLUENTES. Caracterización de efluentes, regímenes de funcionamiento de las bombas para efluentes, instalaciones.
- MOTORES QUE ACCIONAN BOMBAS. Relación entre trabajo, potencia y energía, clasificación de motores eléctricos, conceptos básicos de electricidad, parámetros de funcionamiento de motores eléctricos (revisión de placas identificadoras de motores). Motores de combustión interna. Dimensionamiento de motores para bombas hidráulicas.
- CONSUMO DE ENERGÍA. Energía aprovechada y consumida por un equipo de bombeo. Relación del punto de operación y consumo de energía. Métodos de regulación de punto de operación: acciones sobre la curva característica del sistema y/o de la bomba. Evaluación de desempeño de sistemas de bombeo. Diámetro económico de tubería de impulsión. Tarifas de electricidad. Reducción del consumo de energía.
- ANÁLISIS ECONÓMICO.

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; revisión de placas identificadoras de motores; ejercicios de dimensionamiento de motores, de cálculo de consumo energético y de análisis económico de alternativas.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Fase de laboratorio

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Verificar experimentalmente el comportamiento de las bombas centrífugas mediante la obtención de sus curvas características, la determinación de la velocidad específica y el ensayo de acoplamientos.

4.6.2 Listado de contenidos:

- PRÁCTICA 1: Obtención de curvas características de bombas centrífugas.
- PRÁCTICA 2: Determinación de velocidad específica para diferentes tipos de bombas.
- PRÁCTICA 3: Acoplamiento en serie y paralelo de dos bombas de características iguales.

4.6.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Prácticas de laboratorio con banco de ensayo de bombas; registro y procesamiento de datos; elaboración de los informes de laboratorio correspondientes.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos comerciales de bombas y motores, planillas de cálculo, banco de ensayo de bombas del laboratorio de hidráulica y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Çengel, Y. A., Cimbala, J. M., & Skarina, S. F. (2006). Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones. McGraw-Hill.

Fox, R. W., McDonald, A. T., Cázares, G. N., & Callejas, R. L. (1995). Introducción a la Mecánica de Fluidos. McGraw-Hill.

Israelsen y Hansen (2003). Principios y aplicaciones del riego. Reverté.

KSB (2002). Manual de Entrenamiento: selección y aplicación de bombas centrífugas. KSB Compañía Sudamericana de Bombas S.A.

Mataix, C. (1982). Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. (2ª ed.). Alfaomega Grupo Editor. S.A.

Tarjuelo, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Mundi-Prensa.

White, F. M. (2008). Mecánica de fluidos. McGraw Hill.

Yagüe, J. L. (2003). Técnicas de Riego. (4º ed.). Mundiprensa-Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 4ª. Ed.

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular

Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026
Nombre de la Unidad Curricular	Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Ubicación en el Plan de Estudios	Décimo semestre		
Previas	Gestión de Distritos y Unidades de Riego		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	61	125
Créditos	8		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

La Uc de Automatización y telecontrol de sistemas de riego tiene como objetivos preparar a los estudiantes para la comprensión de cómo registrar y repartir de un modo adecuado las cantidades de agua y fertilizantes que se manejan en riego, utilizando herramientas tecnológicas proporcionadas por la electrónica digital. Ofrecer una visión general de las posibles aplicaciones de los sistemas de automatización y control en la gestión y manejo de regadíos e instalaciones de riego. Proporcionar los conocimientos básicos necesarios para el diseño de sistemas de adquisición de datos, supervisión y control (SCADA) y hacer uso del telecontrol para automatizar las instalaciones de riego. Así como desarrollar sistemas de riego automatizados, sensores de clima y suelo necesarios para la adecuada gestión del riego utilizando Arduino.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

Aplicar los principios, conceptos y normas en el diseño del telecontrol y de sistemas de riego automatizados, buscando el riego eficiente y sostenible.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

Establecer en el estudiante una serie de conocimientos y metodologías de trabajo que le permitan desarrollar sus capacidades. Específicamente en la comprensión de cómo funciona y se diseña sistemas de riego automatizados con telecontrol.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Identificar, formular y resolver problemas relacionados con la automatización y telecontrol de sistemas de riego.

Concebir, diseñar, elaborar y desarrollar proyectos de automatización y telecontrol de sistemas de riego.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Modernizar y operar sistemas automáticos de riego, con la finalidad de incrementar la productividad de los sistemas, empleando materiales y estrategias que con un gran sentido humano disminuyan el impacto negativo al medio ambiente.

Aplicar los principios básicos de automatización y telecontrol, a partir de una necesidad específica para la solución de problemas de aplicación del agua, utilizando estos conocimientos con sencillez y de forma honesta, responsable, eficiente y creativa.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de automatización y telecontrol.

Manejar la metodología y normas generales que le permita diseñar sistemas automatizados de riego, para la producción sostenible.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

En el curso de Automatización y telecontrol de sistemas de riego es necesario el conocimiento en los impartidos en los cursos de Gestión del Riego y los Efluentes en el Desarrollo Rural Sostenible, Clima y Agrometeorología, Manejo de Cultivos Bajo Riego, Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje, Diseño, operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego y Drenaje, Hidráulica de los Sistemas de Conducción, Equipos de Bombeo; se analizan los principios y fundamentos, para el diseño de diferentes sistemas automatizados de riego.

2.6. Contenidos mínimos:

Sistemas de automatización y control en la modernización de regadíos: tipos de regadíos y necesidades de modernización, escalas y niveles de automatización, arquitectura y elementos de un sistema de telecontrol y costo energético de la modernización. Comunidades de regantes: funciones, modelo de gestión y unidades del sistema de gestión. Redes de distribución y sistemas de almacenamiento: embalses, transporte y distribución, control de caudal y de estaciones de bombeo, tratamiento y filtrado, drenaje y sistemas SCADA. Automatización de instalaciones en parcela: sistemas de bombeo, autómatas programables y variadores de frecuencia; riego localizado, cabezal, filtrado y fertirrigación; riego por aspersión, sistemas estacionarios, de desplazamiento continuo y pivote; riego de espacios verdes y reutilización de aguas. Fundamentos de automatización y control: transductores, acondicionadores de señal, actuadores y válvulas. Fundamentos de control y programación del riego: sistemas de control, métodos de programación basados en el suelo, la planta y el balance hídrico, y algoritmos de control. Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol: modos de funcionamiento, telecomunicaciones, protocolos, buses de campo, redes industriales y de sensores inalámbricos, objetivos y condicionantes de diseño. Automatización de sistemas de riego con Arduino.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Criterios de Calificación: SCP2

Primera evaluación = 30%

Segunda Evaluación = 30% (Proyectos de represas de tierra = 80%, Presentación del proyecto = 20%)

Evaluación Continua = 40% (Participación en clase = 50%, Desarrollo de actividades propuestas = 50%)

Se valorará para la evaluación continua:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad de organizar y planificar.

Comunicación oral y escrita.

Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad crítica y autocrítica.

Trabajo en equipo.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidades de investigación.

Participación en la plataforma Moodle (utilización de materiales, foros, evaluaciones).

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Sistemas de automatización y control en la modernización de regadíos

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Comprender el proceso de modernización de los regadíos, las escalas y niveles de automatización posibles y la arquitectura general de un sistema de telecontrol de redes de riego.

4.1.2 Listado de contenidos:

- 3. Sistemas de automatización y control en la modernización de regadíos
- 3.1 Introducción
- 3.2 Tipos de regadíos y necesidades de modernización
- 3.2.1 Regadíos históricos o tradicionales
- 3.2.2 Regadíos de iniciativa y financiación estatal
- 3.2.3 Regadíos de iniciativa privada
- 3.3 Escalas y niveles de automatización del riego
- 3.4 Interés de la automatización y telecontrol de redes de riego
- 3.5 Los sistemas de telecontrol de redes de riego
- 3.5.1 Arquitectura del sistema de telecontrol
- 3.5.2 Características a exigir en un sistema de telecontrol
- 3.5.3 Elementos de la instalación
- 3.5.4 Sistemas de control
- 3.5.5 Beneficios para las Comunidades de Regantes
- El coste energético de la modernización de regadíos

4.1.3 Principales actividades:

Clase teórica sincrónica de presentación de la unidad curricular; análisis de casos de modernización de regadíos y discusión de sus beneficios y costos energéticos.

4.1.4 Recursos disponibles:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.2 Unidad 2: Comunidades de regantes. Funciones y modelo de gestión

4.2.1 Objetivos de la unidad:

Conocer el modelo de gestión de las comunidades de regantes, los derechos y obligaciones de sus integrantes y las unidades del sistema de gestión susceptibles de ser automatizadas.

4.2.2 Listado de contenidos:

- Comunidades de Regantes. Funciones y modelo de gestión
- 4.1 Introducción
- 4.4 Derechos y obligaciones de los comuneros
- 4.5 Principios de gestión
- 4.6 Unidades del sistema de gestión y su automatización
- 4.6.1 Unidades vinculadas al sistema de gestión

4.2.3 Principales actividades:

Clase teórica; análisis comparado de modelos de gestión colectiva del riego y de su relación con los distritos y unidades de riego del país.

4.2.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.3 Unidad 3: Redes de distribución y sistemas de almacenamiento

4.3.1 Objetivos de la unidad:

Identificar los puntos de control y de toma de datos de una red de distribución y comprender la arquitectura de un sistema SCADA aplicado al regadío.

4.3.2 Listado de contenidos:

- 5. Redes de distribución y sistemas de almacenamiento
- 5.1 Introducción
- 5.2 Almacenamiento y regulación. Embalses
- 5.3 Transporte y distribución
- 5.3.1 Control y toma de datos en puntos de derivación
- 5.3.2 Control de caudal tuberías principales
- 5.3.3 Control en estaciones de bombeo
- 5.4 Tratamiento y filtrado
- 5.5 Drenaje
- 5.6 SCADA
- 5.6.1 Centro de control
- 5.6.2 Estaciones concentradoras
- 5.6.3 Estaciones Remotas (RTU)
- 5.6.4 Medios de comunicación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.3.3 Principales actividades:

Clase teórica; diseño del esquema de instrumentación y control de una red de distribución; análisis de la arquitectura de un SCADA.

4.3.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.4 Unidad 4: Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de bombeo y riego localizado

4.4.1 Objetivos de la unidad:

Automatizar instalaciones de bombeo y sistemas de riego localizado empleando autómatas programables y variadores de frecuencia, incluyendo el cabezal de filtrado y la fertirrigación.

4.4.2 Listado de contenidos:

- 6. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de bombeo
- 6.1 Introducción
- 6.2 Características de los autómatas programables
- 6.3 Características de los variadores de frecuencia
- 6.4 Automatización de bombeos en pozos
- 6.5 Automatización de elevaciones a altura constante
- 6.6 Automatización de inyecciones directas a red
- 7. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de riego localizado
- 7.1 Introducción
- 7.2 Sistemas de riego localizado
- 7.2.1 Emisores de riego por goteo
- 7.2.2 Emisores de riego por microaspersión
- 7.3 Cabezal de riego
- 7.3.1 Elementos de filtrado
- 7.3.2 Hidrociclones
- 7.3.3 Filtros de arena
- 7.3.4 Filtros de malla
- 7.3.5 Filtros de anillas
- 7.4 Fertirrigación
- 7.4.1 Bombas dosificadoras
- 7.4.2 Inyector Venturi

4.4.3 Principales actividades:

Clase teórica; práctica de programación de un autómata para el control de un bombeo; configuración de un cabezal de riego localizado con fertirrigación automatizada.

4.4.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.5 Unidad 5: Automatización del riego por aspersión y del riego de espacios verdes

4.5.1 Objetivos de la unidad:

Automatizar sistemas de riego por aspersión estacionarios y de desplazamiento continuo, y programar el riego de espacios verdes, incluyendo la reutilización de aguas.

4.5.2 Listado de contenidos:

- 8. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de riego por aspersión
- 8.1 Introducción
- 8.2 Sistemas de riego por aspersión. Aspersores. Aplicación del agua
- 8.3 Automatización de los sistemas de riego por aspersión
- 8.3.1 Sistemas estacionarios. Cobertura total
- 8.3.2 Sistemas de desplazamiento continuo
- 8.3.3 Automatización del pívot
- 9. Automatización y programación de riego de espacios verdes
- 9.1 Métodos y sistemas de riego en áreas verdes
- 9.1.1 Situación actual
- 9.1.2 Definición de los distintos sistemas de riego
- 9.1.3 Criterios de programación y diseño
- 9.2 Cabezal de riego
- 9.2.1 Características generales
- 9.2.2 Automatización y programación
- 9.3 Sectorización
- 9.4 Reutilización de aguas en el riego de áreas verdes
- 9.4.1 Introducción
- 9.4.2 Medidas de corrección de las condiciones del agua
- 9.4.3 Almacenamiento
- 9.4.4 Tratamiento
- 9.4.5 Integración del agua tratada en el sistema de riego

4.5.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de programación y sectorización; análisis de un caso de reutilización de aguas tratadas en el riego de áreas verdes.

4.5.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.6 Unidad 6: Fundamentos de automatización y control. Transductores y actuadores

4.6.1 Objetivos de la unidad:

Seleccionar y emplear correctamente los transductores, acondicionadores de señal, válvulas y elementos inyectores utilizados en los sistemas de riego y de fertirrigación.

4.6.2 Listado de contenidos:

- 10. Fundamentos de automatización y control

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 10.1 Introducción
- 10.2 Definiciones
- 10.3 Clasificación de transductores
- 10.4 Características de los transductores
- 10.4.1 Características de funcionamiento. Linealidad de las señales de salida
- 10.4.2 Indicaciones para seleccionar y emplear los transductores
- 10.4.3 Errores
- 10.5 Transductores utilizados para estimar la evapotranspiración del cultivo
- 10.5.1 Temperatura
- 10.5.2 Humedad relativa
- 10.5.3 Velocidad y dirección del viento
- 10.5.4 Radiación
- 10.5.5 Medida de la precipitación
- 10.5.6 Presencia de agua libre en hojas
- 10.5.7 Evaporímetros

11. Transductores y acondicionadores de señal para el riego

- 11.1 Introducción
- 11.2 Transductores empleados para el manejo del riego en función del estado hídrico del suelo
- 11.2.1 Sensores de humedad del suelo
- 11.2.2. Sensores para la determinación de sales
- 11.2.3 Sensores de temperatura del suelo
- 11.3 Transductores empleados para el manejo del riego en función del estado hídrico de la planta
- 11.3.1 Dendrómetros
- 11.3.2 Medida del flujo de savia
- 11.3.3 Medida de la temperatura de la hoja
- 11.3.4 Fitomonitoreo
- 12. Transductores y actuadores empleados en sistemas de riego
- 12.1 Introducción
- 12.2 Transductores empleados en las redes de riego
- 12.2.1 Medidores de presión
- 12.2.2 Contadores
- 12.2.3 Sondas de nivel y control de pozos
- 12.3 Válvulas hidráulicas
- 12.4 Válvulas reductoras de presión
- 12.5 Válvulas limitadoras de caudal
- 12.6 Elementos inyectores
- 12.6.1 Tanques de fertilización
- 12.6.2 Aspiración directa
- 12.6.3 Inyector Venturi
- 12.6.4 Bomba inyectora o dosificadora de fertilizantes
- 12.7 Sensores para controlar la fertirrigación

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

- 12.7.1 Medida del pH
- 12.7.2 Medida de la conductividad eléctrica

4.6.3 Principales actividades:

Clase teórica; prácticas de laboratorio de conexión, calibración y verificación de transductores de humedad de suelo, presión, caudal, pH y conductividad eléctrica.

4.6.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.7 Unidad 7: Fundamentos de control y programación del riego

4.7.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los elementos y tipos de sistemas de control y aplicar los métodos de programación del riego basados en el estado hídrico del suelo, en el estado de la planta y en el balance hídrico.

4.7.2 Listado de contenidos:

- 13. Fundamentos de control y programación del riego
- 13.1 Introducción
- 13.2 Definiciones
- 13.2.1 Análisis de sistemas lineales
- 13.2.2 Transformada de Laplace
- 13.2.3 Función de transferencia de un sistema
- 13.3 Elementos de un sistema de control
- 13.3.1 Tipos de sistemas de control
- 13.3.2 Ejemplos de sistemas de control
- 13.3.3 Tipos de sistemas de control automático
- 13.4 Programación del riego
- 13.4.1 Objetivos de la programación
- 13.4.2 Métodos de programación
- 13.5 Método basado en el estado hídrico del suelo
- 13.6 Métodos basados en el estado de la planta
- 13.6.1 Medida del potencial hídrico de base
- 13.6.2 Micromorfometría
- 13.6.3 Termometría infrarroja
- 13.6.4 Sensores de flujo de savia
- 13.7 Método del balance hídrico del conjunto suelo-planta-atmósfera
- 13.8 Control del riego y la fertilización
- 13.8.1 Variables a controlar en el riego y la fertilización
- 13.8.2 Controladores en la programación de riego y la fertirrigación
- 13.8.3 Algoritmos de control de riego

4.7.3 Principales actividades:

Clase teórica; ejercicios de definición de las variables a controlar y de configuración de algoritmos de control de riego y fertirrigación.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

4.7.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.8 Unidad 8: Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol

4.8.1 Objetivos de la unidad:

Comprender los principios, los modos de funcionamiento y el soporte físico y lógico de los sistemas de telecontrol de regadíos, y definir los objetivos y condicionantes de diseño de una implantación concreta.

4.8.2 Listado de contenidos:

- 14. Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol
- 14.1 Introducción
- 14.2 Panorámica general
- 14.3 Terminología
- 14.4 Principios de los sistemas de telecontrol
- 14.5 Modos de funcionamiento
- 14.5.1 La Telegestión
- 14.5.2 El Control Local
- 14.5.3 El Control Remoto

  14.5.4 El Telecontrol
- 14.6 Los sistemas de telecomunicación en telecontrol de regadíos
- 14.7 Soporte físico y lógico de los sistemas de telecontrol
- 14.7.1 Protocolos de Comunicación
- 14.7.2 Arquitecturas de Comunicación – Definición Topológica
- 14.7.3 Técnicas de adquisición de información
- 14.8 Buses de campo
- 14.8.1 Tendencias
- 14.8.2 Buses de campo disponibles
- 14.8.3 La guerra de los buses
- 14.9 Redes de comunicaciones industriales
- 14.9.1 Redes de datos
- 14.9.2 Redes de control
- 14.9.3 Comunicación entre el autómata programable los dispositivos de campo
- 14.9.4 Comunicación entre el autómata programable y otros sistemas electrónicos de control
- 14.9.5 Redes de sensores inalámbricos
- 14.10 Justificación de la implantación del telecontrol
- 14.11 Funcionalidad del sistema de telecontrol
- 14.12 Objetivos del sistema de telecontrol del regadío
- 14.13 Condicionantes de diseño del sistema de telecontrol
- 14.14 Consideraciones finales

4.8.3 Principales actividades:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Clase teórica; análisis de protocolos, arquitecturas de comunicación y redes de sensores inalámbricos; elaboración de la justificación técnica y económica de una implantación de telecontrol.

4.8.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

4.9 Unidad 9: Automatización de sistemas de riego con Arduino

4.9.1 Objetivos de la unidad:

Prototipar un sistema de automatización de riego de bajo costo con plataforma Arduino, integrando sensores, actuadores y registro de datos.

4.9.2 Listado de contenidos:

- 15. Automatización de sistemas de riego con Arduino
- Plataforma Arduino: entradas y salidas analógicas y digitales, entorno de programación.
- Integración de sensores de humedad de suelo, temperatura y caudal.
- Accionamiento de electroválvulas y bombas mediante relés.
- Registro y transmisión de datos; conectividad y prototipos de IoT aplicados al riego.

4.9.3 Principales actividades:

Prácticas de laboratorio de montaje y programación de un prototipo de riego automatizado; presentación y demostración del prototipo desarrollado en equipo.

4.9.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones utilizadas en clase, catálogos técnicos de sensores, válvulas y controladores, kits de prototipado Arduino y sensores del laboratorio, computadoras del laboratorio de informática y plataforma virtual.

V. Bibliografía

Canales, A. R.; Martinez, J. M. M. (2010). Automatización y telecontrol de sistemas de riego. Marcombo.

Olivares Ruiz, G., (2007). Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol. Jornadas técnicas sobre sistemas de telecontrol en redes de riego de telecontrol. 19, 20 y 21 de noviembre de 2007. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), San Fernando de Henares (Madrid).

Revuelta, J.L., (1999). Alternativas tecnológicas: Sistemas de comunicación en sistemas de telecontrol de regadíos. 29 y 30 de noviembre de 1999. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), San Fernando de Henares (Madrid).

Rincón García, J.L., (1999). Tecnologías de la telecomunicación en zonas regables. 29 y 30 de noviembre de 1999. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), San Fernando de Henares (Madrid).

Trompeta Zofio, J.L., (2007). Arquitecturas posibles y funcionalidades de los sistemas de telecontrol.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Jornadas técnicas sobre sistemas de telecontrol en redes de riego de telecontrol. 19, 20 y 21 de noviembre de 2007. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), San Fernando de Henares (Madrid).

Trompeta Zofio, J.L., (2007). Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol. Jornadas técnicas sobre sistemas de telecontrol en redes de riego de telecontrol. 19, 20 y 21 de noviembre de 2007. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), San Fernando de Henares (Madrid).

UTEC
Universidad Tecnológica

PROGRAMA OFICIAL DE LA UNIDAD CURRICULAR

I. Identificación de la Unidad Curricular			
Nombre de la Carrera y Plan de Estudios	Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible – Plan 2026		
Nombre de la Unidad Curricular	Proyecto Integrador X		
Ubicación en el Plan de Estudios	Décimo Semestre		
Previas	Todas las UCs del 9o Semestre		
Carácter	Obligatoria		
Modalidad	Semipresencial		
Carga horaria (en horas)	Horas de clase	Trabajo autónomo	Horas totales
	64	32	96
Créditos	6		

II. Descripción de la Unidad Curricular

2.1 Presentación de la Unidad Curricular:

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

La unidad curricular proporciona a los estudiantes habilidades y herramientas necesarias para la aplicación de conocimientos técnicos en contextos reales, con el objetivo principal la preparación integral del estudiante para el mundo laboral. Tratándose del desarrollo de habilidades de colaboración, el fortalecimiento de competencias profesionales, fomento de vínculos con retos y oportunidades del sector productivo e industrial, además, de la mejora de habilidades de presentación y comunicación. Se trabaja en interacción con las demás Unidades Curriculares (UC), promoviendo la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. Es importante destacar que el desarrollo del proyecto a lo largo del curso servirá también como evaluación de las competencias a nivel de ingeniería. Asimismo, podrá formar parte de la UC, la interacción de estudiantes en actividades vinculadas al desarrollo de la investigación en el medio y a la extensión en la Universidad Tecnológica, para ello asistirán a jornadas organizadas por la institución.

2.2. Relación con el perfil de egreso:

El objetivo es lograr la formación de profesionales con conocimientos sólidos, proactivos, con proyección innovadora y profundo conocimiento teórico-práctico del medio laboral. El título de Ingeniero en Agua y Desarrollo Sostenible profundiza en los conocimientos y habilita al diseño, optimización e innovación de proyectos, con una visión integral del emprendimiento que combina indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales, con el foco en el desarrollo sustentable.

2.3. Objetivos de aprendizaje:

De forma específica, el desarrollo de los proyectos pretende:

- Gestión eficaz de proyectos, mediante la realización de investigación aplicada y la incorporación de consideraciones éticas y de responsabilidad social;
- Mejorar habilidades de trabajo en equipo;
- Desarrollar habilidades de comunicación y presentación;
- Incentivar la creatividad y la resolución de problemas;
- Integrar conceptos teóricos relevantes para la carrera;
- Enfocarse en habilidades prácticas necesarias para proyectos específicos;
- Enfocarse en la resolución de conflictos y la toma de decisiones en grupo;
- Incorporar la búsqueda de soluciones innovadoras;
- Preparar a los estudiantes para desafíos del mundo laboral;
- Incorporar habilidades blandas como adaptabilidad y resiliencia.

2.4. Capacidades que desarrolla la Unidad Curricular:

Integrar los conocimientos adquiridos en clase a la práctica de campo donde se pretende que el estudiante sea capaz de analizar, interpretar y proponer soluciones utilizando una metodología de aprendizaje en base a estudios de caso, identificación de problemas y realización de proyectos. Permitiendo estimular la proactividad, la conciencia analítica, la investigación e innovación.

2.5. Relación con otras unidades curriculares:

El concepto abordado en esta unidad se vincula estrechamente con diferentes temáticas tratadas en la carrera.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

2.6. Contenidos mínimos:

Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de riego;
Obras hidráulicas;
Tecnificación de Distritos y Módulos de Riego;
Potabilización del Agua;
Gestión de Residuos y Efluentes;
Sistemas de Drenaje Agrícola;
Asesoramiento Integral.

Modelo Metodológico:

El abordaje del proceso de enseñanza/aprendizaje de esta unidad será realizado mediante el modelo metodológico de utilización de proyectos, también conocido como aprendizaje basado en proyectos (ABP). Implica el diseño de experiencias educativas en las cuales los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas prácticos y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos del mundo real. Este enfoque fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas. Los proyectos sirven como vehículos para que los estudiantes adquieran y apliquen conocimientos, trabajen en equipo, desarrollen habilidades de resolución de problemas y se preparen para desafíos del mundo laboral. Además, el modelo ABP promueve la autonomía del estudiante, ya que estos asumen un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje.
Cabe destacar que se recurrirá a plataformas digitales para disponer contenidos y tareas, además de visitas técnicas y actividades prácticas (campo y laboratorios) establecidas en el cronograma del proyecto. La actividad docente se desarrollará en formato mixto, virtual y presencial, y los estudiantes dispondrán de tiempo no presencial para trabajar en el análisis de contenido de materiales y elaboración de documentos, de forma que la autogestión del tiempo sea un objetivo de esta UC.

III. Criterios de evaluación de la Unidad Curricular

Se valorará para la evaluación continua:

Participación en clase;

Capacidad de análisis y desarrollo en la búsqueda de información;

Puntualidad en la entrega de evaluaciones propuestas;

Habilidad en la búsqueda, análisis y desarrollo de información;

Capacidad de desarrollo crítico y autocrítico ante situaciones propuestas;

Habilidad de relacionamiento y trabajo en equipo, donde se busca que el alumno desempeñe una actitud colaborativa entre sus pares;

Participación en plataforma acorde a evaluaciones propuestas y foros de consultas.

Capacidad de comprender y resolver problemas ejercicios propuestos.

El desarrollo del estudiante durante el proceso de enseñanza/aprendizaje será **evaluado mediante SCP 7:**

Primera evaluación (primera entrega) = 50%

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Segunda evaluación (segunda entrega) = 50%

IV. Contenidos y secuencia del Programa

4.1 Unidad 1: Proyecto Evaluación de competencias Ingenieril

4.1.1 Objetivos de la unidad:

Se trabaja en formato de ABP en conjunto con otras unidades curriculares del semestre. Este caso de estudio se centra en el diseño y ejecución de un proyecto científico, tecnológico e ingenieril orientado a la implementación de sistemas de riego, hidráulico y tratamientos desde la óptica eficiente. El objetivo principal es la racionalización de recursos, considerando aspectos económicos, ambientales y sociales. El proyecto abarca múltiples facetas, desde el diseño y mantenimiento de sistemas de riego hasta la implementación de tecnologías sostenibles para la potabilización del agua y la gestión de residuos/efluentes.

4.1.2 Listado de contenidos:

- Diseña sistemas de riego agronómica e hidráulicamente en función de la racionalización de recursos considerando aspectos económicos, ambientales y sociales;
- Evalúa, mantiene y opera los sistemas de riego del productor/res beneficiado/s por el proyecto, optimizando el uso del agua, suelo y energía;
- Diseña, ejecuta y mantiene obras hidráulicas, según requerimientos técnicos;
- Tecnifica los distritos y módulos de riego de acuerdo a las necesidades de los usuarios;
- Implementa y gestiona tecnologías apropiadas y sostenibles para la potabilización de agua;
- Implementa y gestiona tecnologías apropiadas y sostenibles para el manejo, tratamiento y valorización de residuos y efluentes;
- Diseña, evalúa y mantiene sistemas de drenaje agrícolas para la conservación del suelo;
- Asesora desde una perspectiva de productividad y sostenibilidad con principios éticos y legales a productores, empresas, organismos públicos y/o privados (con énfasis en el uso sostenible de los RRNN) en actividades relacionadas al uso sostenible y manejo integrado de recursos hídricos (a nivel de cuenca).

4.1.3 Principales actividades:

Clases dedicadas a estudio/procesamiento de datos y desarrollo de informe, además de las prácticas de campo y laboratorio.

4.1.4 Recursos disponibles:

Material bibliográfico, presentaciones usadas en clase y material complementar.

V. Bibliografía

La bibliografía básica de la unidad incluye todo el material didáctico proporcionado durante el semestre, así como literatura específica.

Recomendado:

Sautu, Ruth et al. 2005. Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. 1°ed. 1° reimp. CLACSO. Buenos Aires. 180p.

Otras que el profesor decida en el desarrollo del semestre.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

14.2. Homologación entre unidades curriculares del plan 2026 y el plan 2016

A partir de la aprobación del presente Plan de Estudios, se realizará la homologación con el Plan 2016 (Resolución del CDCp N° 345/2016 – Ajustado en 2024 a través de la Resolución del CDCp N°506/24, en donde se consolidó el nombre oficial de la carrera y su modalidad de cursada), que se especifica en la siguiente tabla:

Plan 2026	**Plan 2016**
Matemática I **(semestre 1)**	Métodos Cuantitativos I **(semestre 1)**
Química General **(semestre 1)**	Química General **(semestre 1)**
Gestión del Agua en el Desarrollo Rural Sostenible **(semestre 1)**	Manejo de Agua y Efluentes en la Agropecuaria y la Agroindustria **(semestre 1)**
Proyecto Integrador I **(semestre 1)**	Proyecto I **(semestre 1)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 1)**	Programas especiales **(semestre 1)**
Inglés I **(semestre 1)**	Inglés **(semestre 1)**
Matemática II **(semestre 2)**	Métodos Cuantitativos II **(semestre 2)**
Físico-Química **(semestre 2)**	Físico-Química del Agua y Efluentes **(semestre 2)**
Geografía Física **(semestre 2)**	Geografía Física **(semestre 2)**
Proyecto Integrador II **(semestre 2)**	Proyecto II **(semestre 2)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 2)**	Programas especiales **(semestre 2)**
Inglés II (**semestre 2)**	Inglés **(semestre 2)**
Mecánica de Fluidos e Hidráulica **(semestre 3)**	Hidráulica Aplicada **(semestre 4)**
Cartografía y Topografía Digital **(semestre 3)**	Elementos de Cartografía y Topografía **(semestre 3)**
Proyecto Integrador III **(semestre 3)**	Proyecto III **(semestre 3)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 3)**	Programas especiales **(semestre 3)**
Inglés III **(semestre 3)**	Inglés **(semestre 3)**

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Hidrología (**semestre 4)**	Hidrología **(semestre 3)**
Manejo de Cultivos Bajo Riego **(semestre 4)**	Necesidades Hídricas de los Cultivos **(semestre 4)**
Proyecto Integrador IV (**semestre 4)**	Proyecto IV **(semestre 4)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 4)**	Programas especiales **(semestre 4)**
Inglés IV (**semestre 4)**	Inglés **(semestre 4)**
Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje **(semestre 5)**	Métodos y Sistemas de Riego y Drenaje **(semestre 5)**
Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay **(semestre 5)**	Política de Aguas y Normativa Ambiental del Uruguay **(semestre 5)**
Ecología Agraria y Sustentabilidad **(semestre 5)**	Ecología Agraria y Sustentabilidad **(semestre 5)**
Proyecto Integrador V **(semestre 5)**	Proyecto V **(semestre 5)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 5)**	Programas especiales **(semestre 5)**
Inglés V **(semestre 5)**	Inglés **(semestre 5)**
Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego (**semestre 6)**	Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego y Drenaje **(semestre 6)**
Proyecto Integrador VI **(semestre 6)**	Proyecto VI **(semestre 6)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 6)**	Programas especiales **(semestre 6)**
Inglés VI **(semestre 6)**	Inglés **(semestre 6)**
Estadística II **(semestre 7)**	Métodos Cuantitativos III **(semestre 7)**
Hidrología Subterránea **(semestre 7)**	Hidrología Subterránea **(semestre 7)**
Proyecto Integrador VII **(semestre 7)**	Proyecto VII **(semestre 7)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 7)**	Programas especiales **(semestre 7)**
Inglés VII **(semestre 7)**	Inglés **(semestre 7)**
Investigación de Operaciones **(semestre 8)**	Investigación de Operaciones **(semestre 8)**
Hidroinformática **(semestre 8)**	Hidroinformática **(semestre 8)**
Ingeniería de Riego por Gravedad **(semestre 8)**	Ingeniería de Riego por Gravedad **(semestre 8)**
Proyecto Integrador VIII **(semestre 8)**	Proyecto VIII **(semestre 8)**

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Actividades de UTECinnova **(semestre 8)**	Programas especiales **(semestre 8)**
Inglés VIII **(semestre 8)**	Inglés **(semestre 8)**
Obras Hidráulicas I **(semestre 9)**	Obras Hidráulicas I **(semestre 9)**
Proyecto Integrador IX **(semestre 9)**	Proyecto IX **(semestre 9)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 9)**	Programas especiales **(semestre 9)**
Inglés IX **(semestre 9)**	Inglés **(semestre 9)**
Obras Hidráulicas II **(semestre 10)**	Obras Hidráulicas II **(semestre 10)**
Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego **(semestre 10)**	Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego **(semestre 10)**
Proyecto Integrador X **(semestre 10)**	Proyecto X **(semestre 10)**
Actividades de UTECinnova **(semestre 10)**	Programas especiales **(semestre 10)**
Inglés X **(semestre 10)**	Inglés **(semestre 10)**

En la tabla se homologan únicamente unidades curriculares dentro del mismo semestre, por lo que la Comisión podrá homologar unidades curriculares localizadas en distintos semestres

Las cohortes que ingresen a partir de 2027 lo harán con el presente plan de estudios. Las cohortes anteriores continuarán con el plan 2016 (Resolución del CDCp N° 345/2016).

La implementación del Plan 2026 será progresiva. Comenzará por el primer semestre con la cohorte que ingrese en 2027 y avanzará semestre a semestre conforme dicha cohorte progrese en la carrera. En consecuencia, las unidades curriculares del Plan 2016 dejarán de ofertarse de forma gradual, a medida que el Plan 2026 alcance cada semestre, sin que se dicten en paralelo unidades curriculares de ambos planes para un mismo semestre. De este modo, el Plan 2016 se extinguirá paulatinamente, al completarse el ciclo de las cohortes que ingresaron bajo su régimen. Se recomendará a los estudiantes ajustar sus inscripciones y planificación académica en función de este cronograma de transición.

Docusign Envelope ID: 6043A6C5-20E3-839E-80EF-70FC7DCAA46A

Por otro lado, cabe destacar que se conformará una comisión específica (liderada por la Coordinación de la Carrera) encargada de analizar, evaluar y asesorar detalladamente a aquellos estudiantes comprendidos entre las cohortes de 2017 a 2026 que quedasen rezagados en alguna unidad curricular en particular o que quisieran pasarse al plan 2026.