

## PROGRAMA DE CURSO

### TALLER DE PROYECTOS EN INGENIERÍA O CIENCIAS

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Taller de Proyectos en Ingeniería o Ciencias	Código	IQ5715	Créditos	9	
Nombre del curso en inglés	<i>Engineering or Science Projects Workshop</i>					
Horas semanales	Docencia	4,5	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	9
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	IQ5714: Taller de implementación de proyectos, IQ5811: Laboratorio de ingeniería de procesos, IQ4314: Diseño de reactores					

#### B. Propósito del curso:

El propósito del curso es que la/el estudiante desarrolle la ingeniería conceptual de una planta de procesos, diseñando el proceso, resolviendo los balances de masa y energía, dimensionando los equipos principales, con el nivel de detalle y precisión apropiados para la etapa de ingeniería indicada. El curso también busca que la/el estudiante evalúe el proyecto, considerando sus aspectos técnicos, ambientales, de responsabilidad social, éticos y económicos. Todo el trabajo anterior es realizado en colaboración con otras/os estudiantes, fortaleciendo el trabajo en equipo de estándar profesional y aplicando los conocimientos adquiridos durante su formación.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y competencias genéricas (CG):

CE1: Concebir, dimensionar y diseñar conceptualmente procesos industriales, considerando prefactibilidad técnico-económica y aspectos sociales, normativos y de desarrollo sustentable.

CE3: Evaluar la sustentabilidad del proyecto considerando la factibilidad técnica, económica, ambiental y social, mediante la selección y cálculo de indicadores cualitativos y cuantitativos.

CE4: Gestionar proyectos, liderando, coordinando y conformando equipos de trabajo interdisciplinarios, para proyectos en las áreas de: minería, industria química, industria de la celulosa y el papel, tratamiento de residuos industriales, alimentos, servicios, entre otras.

CE7: Identificar oportunidades para el mejoramiento de procesos industriales a través del uso de conocimiento técnico y científico, considerando la sustentabilidad del proceso e integrando aspectos de innovación, tecnológicos, económicos, normativos, sociales y ambientales.

CE8: Concebir soluciones a problemáticas industriales mediante el diseño y la supervisión de estudios experimentales y prototipos de escala piloto de alternativas tecnológicas

tradicionales o novedosas.

#### CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

#### CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

#### CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

#### CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

#### CG6: Innovación.

Concebir ideas viables y novedosas para resolver problemas o necesidades, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural, económico y los beneficios para el usuario.

#### CG7: Emprendimiento

Identificar y evaluar oportunidades aprovechables para crear e introducir nuevos servicios o productos con valor económico y social, a partir de la toma de decisiones en un contexto complejo de incertidumbre, demostrando compromiso e iniciativa en su quehacer.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE4, CE7, CE8	RA1: Diseña de forma conceptual un proceso, utilizando los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera tales como realización de balances de masa y energía, diagramas de proceso, identificación de operaciones unitarias, dimensionamiento de equipos y evaluación de proyectos.
CE3, CE7	RA2: Evalúa un proyecto de Ingeniería considerando aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG2, CG3, CG4, CG5	RA3: Demuestra un desempeño responsable en su equipo, gestionando plazos, manteniendo la comunicación y facilitando el logro de objetivos comunes.
CG2, CG3	RA4: Crítica profesionalmente el desempeño de sus colaboradores y pares, tomando en cuenta la carga de trabajo y aporte al logro de objetivos comunes.
CG1	RA5: Comunica los aspectos centrales de su de su proyecto y evaluación, mediante presentaciones, informes y reuniones, para ser comprendidos por profesionales externos al proyecto o a sus pares.
CG4, CG5, CG6	RA6: Responde oportunamente ante las exigencias y urgencias del desarrollo de un proyecto, balanceando adecuadamente el tiempo disponible con las labores prioritarias.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA3, RA4, RA6	¿Cómo trabajaremos?: La ingeniería de procesos	0,5 semana
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
1.1. La ingeniería de procesos, el contexto y la Misión de la Universidad de Chile, responsabilidad profesional. 1.2. Trabajo en equipo. 1.3. Organización del trabajo: reuniones y tiempos. 1.4. Etapas de la ingeniería de procesos (Conceptual, Básica y Detalle). 1.5. Rol del Ingeniero de Procesos en un proyecto en el área química y/o biotecnológica.		El/la estudiante:  1. Conoce la Misión de la Universidad de Chile y comprenda sus implicancias en el trabajo del semestre y sus impactos en una actividad profesional responsable. 2. Planifica su modo de trabajo durante el semestre, incluyendo su conducta grupal, sistema de trabajo y tiempo. 3. Identifica su rol profesional en el desarrollo del proyecto. 4. Explica la etapa de ingeniería que será cubierta en el desarrollo de su proyecto y lo que implica, incluyendo el rol del ingeniero/a de procesos en esta.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		Universidad de Chile Collins, J. Towler & Sinnott	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA3	Exploración: De los ámbitos a la idea	1,5 semana
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
2.1. Ámbitos de desarrollo en Chile (necesidades y oportunidades). 2.2. Productos y servicios de ingeniería de procesos, prestados por distintos tipos de organizaciones (empresas, ONG o instituciones públicas, consultoras). 2.3. Criterios de evaluación y selección de ideas. a. Dimensiones de sostenibilidad. b. Análisis multicriterio. 3.3. Diseño conceptual de un		El/la estudiante:  1. Propone una cartera de ideas, junto a su grupo, analizando el contexto, necesidades y oportunidades nacionales. 2. Selecciona una idea -producto o servicio de ingeniería de procesos, a partir de criterios de evaluación pertinentes, para ser trabajada a lo largo del semestre, indicando sus fortalezas y debilidades. 3. Identifica la motivación principal y objetivo general para el proyecto. 4. Define un caso base para la idea escogida en su proyecto.	

proceso	
<b>Bibliografía de la unidad</b>	Perry, R y Green, Don W. Towler & Sinnott

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA6	El proceso: Diagramas, balance de masa y dimensionamiento de equipos principales	5 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
3.1. Innovación orientada a procesos. 3.2. Diagrama de Bloques. 3.3. Diagrama de Flujos. 3.4. Balance de masa. 3.5. Dimensionamiento de equipos principales.		El/la estudiante:  1. Diseña un Diagrama de Bloques del proceso, utilizando antecedentes y la propia creatividad. 2. Explica la potencial innovación de su proceso en cuanto a flujos involucrados (materia y/o energía), secuencia de operaciones o equipos utilizados. 3. Elabora un Diagrama de Flujos de su proceso. 4. Calcula los balances de masa y, en caso de requerirlo, balances de energía para el proceso. 5. Dimensiona los equipos principales de su proceso. 6. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		Perry Towler & Sinnott	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3, RA6	El proceso: Balance de energía, integración energética e hídrica y servicios.	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Balance de energía. 4.2. Sistemas de integración energética e hídrica. 4.3. Servicios.		El/la estudiante:  1. Calcula el consumo energético del proceso, a partir del balance de energía. 2. Evalúa la factibilidad técnica de un sistema de integración energética e hídrica del proceso. 3. Proyecta los servicios que necesita el proceso (eléctricos, hídricos, gestión de residuos, otros). 4. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.	
Bibliografía de la unidad		Perry Towler & Sinnott	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3, RA6	La planta productiva y su contexto: Normativa y Simbiosis Industrial	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Simbiosis industrial. 5.2. Normas de seguridad. 5.3. Normativa ambiental.		El/la estudiante:  1. Propone las posibles conexiones del proyecto con otras plantas para promover la simbiosis industrial, dada la ubicación más probable del proyecto. 2. Comprende la legislación básica atinente al diseño de una planta. 3. Identifica la normativa de seguridad de equipos, y la normativa ambiental de flujos más críticos de su proyecto y propone medidas de seguridad. 4. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.	
Bibliografía de la unidad		Pinzón Latorre, Andrés. Perry, R y Green, Don W. Towler & Sinnott	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA2, RA3	Evaluación económica del proyecto	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>6.1. Estimaciones de costos: Capex, Opex y flujo de caja.</p> <p>6.2. Indicadores de rentabilidad: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación de capital (PRC).</p> <p>6.3. Análisis de sensibilidad.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estima la inversión que requiere un proyecto.</li> <li>2. Estima costos fijos y variables del proyecto. Identifica las variables críticas para un análisis de sensibilidad.</li> <li>3. Evalúa económicamente su proyecto con indicadores económicos (Capex, Opex, VAN, TIR, PRC).</li> <li>4. Analiza la sensibilidad de los indicadores económicos a cambios en variables clave.</li> <li>5. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>Perry, R y Green, Don W. Towler &amp; Sinnott</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA2, RA3, RA6	Evaluación del proceso en contexto	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>7.1. Análisis ambiental: Potencial de Calentamiento Global y otras categorías de impacto.</p> <p>7.2. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.</p> <p>7.3. Detección de impactos mediante HAIN (ambiental, social y económico).</p> <p>7.4. Responsabilidad Social Empresarial.</p> <p>7.5. Organización de personal en planta.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prevé los impactos asociados a la construcción, ejecución y cierre de su proyecto utilizando la Herramienta de Análisis Integral (HAIN) y considerando un enfoque territorial.</li> <li>2. Cuantifica las emisiones de Gases de Efecto Invernadero asociadas al consumo energético de su proceso y de emisiones directas, e identifique fuentes de emisión adicionales (sin cuantificar).</li> <li>3. Propone una segunda categoría de impacto ambiental pertinente a su proyecto.</li> <li>4. Determina si su proyecto requiere someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, mediante un análisis de pertinencia.</li> <li>5. Estima y caracteriza el personal requerido para la operación de la planta.</li> <li>6. Propone cambios a llevar a cabo en la siguiente etapa de ingeniería.</li> <li>7. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>Rojas, Cristian. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico, 2020.</p> <p>Servicio de Evaluación Ambiental</p> <p>Catálogo de Perfiles Laborales ChileValora</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
8	RA2, RA3, RA5	Evaluación y discusión del proyecto	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
8.1. Evaluación general de proyectos (social, económica, ambiental).		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Juzga la viabilidad de su proyecto, atendiendo todas las variables antes mencionadas.</li> <li>2. Prepara informes escritos y presentaciones orales para diferentes evaluadores (Estado, inversionistas, vecinos, etc.) a lo largo del semestre.</li> <li>3. Revisa la correcta sintonía del trabajo realizado con la motivación principal y el objetivo general de realizar el proyecto.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Collins, Jim. Hersey y Blanchard. Perry, R., Green, D.W. Towler & Sinnott.	

### E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera una serie de estrategias:

- Proyecto grupal.
- Clases expositivas y/o charlas.
- Reuniones de trabajo grupal.
- Reuniones de trabajo con tutores.
- Aprendizaje colaborativo entre estudiantes.

*La metodología de enseñanza y aprendizaje es activo-participativa. El/la estudiante realizará actividades individuales y colectivas, complementándose las actividades en aula con estudio personal.*

## F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Informes.
- Presentaciones grupales.
- Coevaluaciones y autoevaluaciones.
- Evaluaciones de desempeño del grupo de trabajo (equipo docente).

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Perry, R.H., Green, D.W. (eds.). Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8th Edition, McGraw Hill, USA., 2008.
- [2] Towler, G., Sinnott, R.K. Chemical Engineering Design. 2nd edition. Oxford; Waltham, MA: Butterworth-Heinemann, 2013.

### Bibliografía complementaria:

- [3] Universidad de Chile. Misión de la Universidad. <<https://www.uchile.cl/presentacion/institucionalidad/mision-y-vision#:~:text=Misi%C3%B3n%20de%20la%20Universidad%20de,la%20educaci%C3%B3n%20que%20ella%20imparte%22>>, 2023.
- [4] Douglas J.M. "Conceptual Design of Chemical Processes". McGraw-Hill, New York, USA., 1988.
- [5] Mah R.S.H., "Chemical Process Structures and Information Flows". Butterworths. Boston, USA., 1990.
- [6] Rudd D.F., G.J. Powers and J.J. Siirola. "Process Synthesis". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, USA., 1973.
- [7] Smith R. "Chemical Process Design". McGraw-Hill, USA., 1995.
- [8] Seider W.D., J.D. Seader and D.R, Lewin "Process Design Principles - Synthesis, Analysis and Evaluation". John Wiley and Sons, USA., 1999.
- [9] Collins, Jim. "Good to great: why some companies make the leap and others don't". Harper Business, 2001.
- [10] Hersey, P., Blanchard, K., Johnson, D. "Administración del comportamiento organizacional: Liderazgo situacional". Prentice Hall, 1998.
- [11] Baasel, W. "Preliminary Chemical Engineering Plant Design". Elsevier, 1974.
- [12] Martínez, Richard. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico, 2012.
- [13] Rojas, Cristian. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico, 2020.
- [14] SEA. Servicio de Evaluación Ambiental [en línea]. <[sea.gob.cl](http://sea.gob.cl)>, 2023.
- [15] ChileValora. Catálogo de perfiles laborales [en línea] <<https://certificacion.chilevalora.cl/ChileValora-publica/perfilesList.html?limpiarFiltros>>, 2023.

#### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2023
Elaborado por:	Felipe Díaz Alvarado, Macarena Avilés Saavedra, Isabella Boese C., Deborah Marín M., Camila Mestre B., Irene Martínez B.
Validado por:	
Revisado por:	