

PROGRAMA DE CURSO IQ5455
Introducción a sistemas sostenibles en ingeniería

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Introducción a sistemas sostenibles en ingeniería	Código	IQ5455	Créditos	6 SCT	
Nombre del curso en inglés	<i>Introduction to sustainable engineering systems</i>					
Horas semanales	Docencia	2,5 h	Auxiliares	1,5 h	Trabajo personal	6,0 h
Carácter del curso	Electivo de especialidad Ingeniería Civil Química e Ingeniería Civil en Biotecnología					
Requisitos	IQ3301 - Análisis de procesos					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiante integre las bases ecológicas y evolutivas que sostienen la vida humana y las implicancias ambientales, sociales y económicas de las actividades humanas ancestrales y modernas, para sostener un análisis de la ingeniería actual. El curso busca desarrollar una mirada crítica respecto a la sostenibilidad de las actividades humanas modernas e indaga en iniciativas que buscan dar respuesta integral a problemas ambientales, sociales y económicos.

Se espera que los estudiantes, al final del curso, puedan analizar la actividad actual de un sector industrial (e.g. minería, agricultura, energía) y proponer cambios que permitan hacerla sostenible, considerando sus efectos en el sistema mayor (biosfera y sociedad). El curso fortalece el pensamiento sistémico como base para la propuesta de mejores proyectos de ingeniería.



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

Competencias Específicas de Ingeniería Química:

- IQCE1 Concebir, dimensionar y diseñar conceptualmente procesos industriales, considerando prefactibilidad técnica-económica, y aspectos sociales, normativos y de desarrollo sustentable.
- IQCE3 Evaluar la sustentabilidad del proyecto considerando la factibilidad técnica, económica, ambiental y social, mediante la selección y cálculo de indicadores cualitativos y cuantitativos.
- IQCE4 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.
- IQCE6 Optimizar y adaptar la operación de procesos industriales frente a nuevos escenarios productivos, considerando modificación de materias primas, normativas, y aspectos de sustentabilidad de procesos.
- IQCE7 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.

Competencias Específicas de Ingeniería Civil en Biotecnología:

- BTCE2: Optimizar procesos en el ámbito de la industria biotecnológica y áreas afines, aplicando herramientas de la ciencia de la ingeniería.
- BTCE3: Concebir proyectos que entregan soluciones a problemas que se le presentan en sistema público y/o privado, considerando aspectos tales como sustentabilidad, ética, impacto social y las normativas vigentes, tanto legislativas como de seguridad.
- BTCE4: Gestionar proyectos que involucren el uso de principios y recursos biológicos en áreas de la especialidad, tales como bioprocesos industriales, agroalimentos, recursos naturales, medioambiente y salud, entre otros.
- BTCE5: Modelar y resolver problemas complejos en las distintas áreas de aplicación de la biotecnología, tales como industria, biomedicina, medioambiente, biotecnología vegetal y animal, y políticas públicas asociadas a la biotecnología, aplicando conocimientos y herramientas científicas y tecnológicas.
- BTCE6: Investigar, concebir, diseñar soluciones científico-tecnológicas a problemas relacionados con el ámbito de la biotecnología.

Competencias Genéricas:

Ingeniería Civil Química e Ingeniería Civil en Biotecnología

CG1: Comunica ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.

CG2: Trabaja en equipos multidisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.

CG3: Comprende los alcances del compromiso ético en su vida laboral, basado en la honestidad integridad, responsabilidad, respeto y tolerancia a las personas, al entorno socio-cultural y al medio ambiente.

CG4: Emprende e innova en el desarrollo de soluciones a problemas de ingeniería, demostrando iniciativa y capacidad de toma de decisión.

CG5: Gestiona su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
IQCE1, IQCE7, BTCE3, BTCE6, CG5	RA1: Explica los sistemas humanos aplicando una lógica ecológica y evolutiva.
IQCE3, IQCE7, BTCE5, CG5	RA2: Evalúa el cambio provocado por la actividad industrial actual en un sistema social y ambiental utilizando un análisis complejo.
IQCE1, IQCE4, IQCE6, BTCE2, BTCE3, BTCE4, CG2, CG4	RA3: Concibe soluciones o cambios en la industria que apunten hacia una actividad sostenible, a través del trabajo colaborativo en un proyecto grupal.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG3	RA4: Analiza críticamente el impacto de sus decisiones profesionales considerando aspectos sociales, ambientales y económicos.
CG1	RA5: Comunica sus ideas de manera oral y escrita en presentaciones al curso, discusiones grupales e informes de reportes.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA4, RA5	Introducción a la Ecología y Evolución	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Origen de la Tierra 1.2. Origen de la Vida 1.3. El ser vivo: Hábitat y nicho ecológico 1.4. Evolución de la Vida 1.5. Ecología 1.6. Biodiversidad en Chile 1.7. Niveles de organización ecológica 1.8. Ecología de ecosistemas y paisajes		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Explica los fenómenos naturales con una aproximación histórico-evolutiva. Reconoce los niveles jerárquicos de organización biológica y ecológica. Identifica los fenómenos de almacenamiento, transformación y flujo de materia y energía en los seres vivos y ecosistemas. Organiza diagramas de flujo para describir fenómenos de almacenamiento, transformación y flujo de materia y energía en seres vivos y ecosistemas. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Begon M, JL Harper & CR Townsend 1996. Ecology: individuals, populations and communities. 3rd Edition. Blackwell Science Ltd. 1068 pp</p> <p>Meadows, DH. [and others]. The Limits To Growth; a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York :Universe Books, 1972.</p> <p>Forman, R.T.T. and M. Godron. 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA</p> <p>Frazier, AE., BA Bryan, A Buyantuev, L Chen, C Echeverría, P Jia, L Liu, Q Li, Z Ouyang, J Wu, W Xiang, J Yang L Yang & S Zhao. 2019. Ecological civilization: perspectives from landscape ecology and landscape sustainability science. Landscape Ecology 34:1-8.</p> <p>Jorgensen SE. 2009. Ecosystem Ecology. Elsevier BV. 521 pp.</p> <p>Margulis, L. & D. Sagan. 1995. Microcosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos.</p>	



fcfm

Departamento de Ingeniería
Química, Biotecnología y
Materiales
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Opdam, P., S. Luque, J Nassauer, PH Verburg & J Wu. 2018. How can landscape ecology contribute to sustainability science? *Landscape Ecology* 33:1-7.

Pearson DM & CA McAlpine. 2010. Landscape ecology: An integrated science for sustainability in a changing world. *Landscape Ecology* 25: 1151-1154.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA5	Evolución humana y sistemas productivos de pueblos originarios	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2. Pueblos originarios</p> <p>2.1. Alimentos: producción, almacenamiento, preparación.</p> <p>2.2. Viviendas: Materialidad, diseño.</p> <p>2.3. Utensilios</p> <p>2.4. Medicinas: Obtención, preparación y tratamientos</p> <p>2.5. Vestimenta y textiles</p> <p>2.6. Sistemas de tratamiento</p> <p>2.7. Minería</p> <p>2.8. Economía</p> <p>2.9. Organización social</p> <p>2.10. Arte</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce soluciones ancestrales a las actuales necesidades de la sociedad moderna. 2. Identifica formas de organización social y económica alternativas a las modernas. 3. Desarrolla una actividad grupal en la que compara las diferencias técnicas, ambientales, sociales y económicas entre las técnicas actuales de producción de un material y la técnica utilizada por un pueblo originario. 4. A partir de la manera de producir de pueblos originarios, reconoce soluciones o modificaciones en la industria que apuntan al desarrollo de sistemas humanos sostenibles. 5. Comunica de forma oral y escrita las soluciones ancestrales a las actuales necesidades de una industria. 6. Evalúa crítica y constructivamente el trabajo de compañeros de clase. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Cordero S., L Abello., F Galvez. 2017. Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292 p.</p> <p>Hoffmann, A., C Farga, J Lastra & E Veghazi. 2003. Plantas medicinales de uso común en Chile. 3a edición. Fundación Claudio Gay.</p> <p>Hoffmann, A. Flora silvestre de Chile. Zona Centro.</p> <p>Hoffmann, A. Flora silvestre de Chile. Zona Araucana.</p>	



Árboles, arbustos y enredaderas leñosas.

Hidalgo, JF. 2007. Aprovechamiento de la totora como material de construcción. Tesis previa a la obtención del Título de Arquitecto. Facultad de Arquitectura. Universidad de Cuenca. Ecuador.

Sotomayor, LA. 2018. El Adobe. Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. Memoria para optar al título de Ingeniero Constructor. Facultad de Ingeniería. Universidad Andrés Bello.

Vargas, CF. 1952. El algodón en Chile y la Industria Textil del Algodón. Santiago.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4, RA5	Antropoceno y globalización	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Revolución industrial 3.2. Crecimiento poblacional 3.3. Cambio de uso del suelo 3.4. Especies invasoras 3.5. Contaminación 3.6. Sobreexplotación 3.7. Erosión y desertificación 3.8. Calentamiento global 3.9. Extinción de especies 3.10. Distribución de capital		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica las transformaciones sociales, ambientales y económicas en los últimos siglos a nivel nacional y global. 2. Analiza las transformaciones sociales y ambientales desde una perspectiva ecológica. 3. Identifica las principales causas de la crisis ecológica y social. 4. Explica las limitaciones a la sostenibilidad del sistema actual. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Defensores del bosque chileno. 1998. La tragedia del bosque chileno. Primera edición. Ed. Ocho libros editores. Servicio Agrícola y Ganadero. El Escudo, Impresores-Editores Ltda. Santiago de Chile.</p> <p>Elizalde, R. 1970. La sobrevivencia de Chile: La conservación de sus recursos naturales renovables. Segunda Edición. Santiago de Chile. Ministerio de Agricultura.</p> <p>IPBES, 2019. Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session. Addendum. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Paris, 29 April-4 May 2019.</p> <p>IPCC, 2019. Climate Change and Land. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policymakers.</p>	



fcfm

Departamento de Ingeniería
Química, Biotecnología y
Materiales
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Summary for Policymakers.

IPCC, 2019. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate This Summary for Policymakers was formally approved at the Second Joint Session of Working Groups I and II of the IPCC and accepted by the 51th Session of the IPCC, Principality of Monaco, 24th September 2019. Summary for Policymakers

Meadows, DH [and others]. The Limits To Growth; a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York :Universe Books, 1972.

Sabatini, Francisco (1994). Espiral histórica de conflictos ambientales: el caso de Chile

WWF. 2018. Living Planet Report: Aiming Higher. Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Switzerland.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA4, RA5	Salud y medio ambiente	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Medio ambiente en Chile 4.2. Medicina moderna 4.3. Efectos de la Industria en la Salud y medio ambiente: 4.3.1 Minería 4.3.2 Industria forestal 4.3.3 Pesca y acuicultura 4.3.4 Agricultura 4.3.5 Energía 4.3.6 Residuos 4.3.7. Construcción		1. Identifica las consecuencias ambientales de las principales actividades económicas desarrolladas en Chile. 2. Analiza la salud como un fenómeno complejo. 3. Explica las consecuencias en la salud de las personas de las principales actividades económicas desarrolladas en Chile. 4. Discute las principales consecuencias ambientales, sociales y económicas de los sectores industriales en Chile. 5. Evalúa crítica y constructivamente el análisis de compañeros de grupo y de curso.	
Bibliografía de la unidad		<p>Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2016. Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile. Santiago.</p> <p>Ministerio del Medio Ambiente. 2018. Cuarto reporte del estado del medio ambiente. Gobierno de Chile. ISBN 978-956-7204-74-8 2018</p> <p>OECD. 2019. OECD Reviews of Public Health: Chile: A healthier tomorrow. OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264309593-en.</p> <p>Universidad de Chile. 2018. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Instituto de Asuntos Públicos. Noviembre 2019.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3, RA5	Sistemas humanos sostenibles	7 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Economía social solidaria 5.2. Bioconstrucción 5.3. Agricultura natural 5.4. Sistemas naturales de tratamiento de agua 5.5. Soluciones basadas en la naturaleza 5.6. Ciudades sostenibles 5.7. Economía circular 5.8. El buen vivir		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Mediante un proyecto grupal, rediseña en un nivel conceptual la actividad de un sector productivo para hacerla sostenible, considerando aspectos sociales, ambientales y económicos revisados en el curso. Aplica las soluciones basadas en la naturaleza para satisfacer de manera sostenible las actividades del sector productivo. Concibe la integración del desarrollo de diferentes actividades industriales en un marco de sostenibilidad ecológica, social y económica. Expone en grupo el proyecto desarrollado a lo largo del curso. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Cohen-Shacham, E., G Walters, C Janzen, S Maginnis (eds.) 2016. Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.</p> <p>Ellen Macarthur Foundation. 2015. Delivering the Circular Economy, a toolkit for policymakers</p> <p>European Commission. 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020.</p> <p>Fukuoka M. 2011. La revolución de una brizna de paja. Una introducción a la agricultura natural. EcoHabitar. 164 pp.</p> <p>Hemenway, T. 2015. The Permaculture City. Regenerative design for Urban, Suburban, and Town Resilience. Chelsea Green Publishing. White River Junction, Vermont. 270 pp.</p>	



Huerta, O. 2014. Generación de residuos: impacto ambiental y posibles aportes desde el diseño.

Max_Neef, A. Elizalde & M. Hopenhayn. 1993, Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y reflexiones, Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo-Uruguay.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2016. Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Tomos I-VI.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2016. Manual de Elementos Urbanos sustentables. Tomo I-III.

Rodríguez S., Adriana. 2016. Teoría y práctica del Buen Vivir: orígenes, debates conceptuales y conflictos sociales. El caso de Ecuador (tesis doctoral). Universidad del País Vasco / Instituto Hegoa, Bilbao, España.

Sonneveld, B.G.J.S. Merbis, M.D. Alfara, A. & Ünver, O. and Arnal, M.A. 2018. Nature-Based Solutions for agricultural water management and food security. FAO Land and Water Discussion Paper no. 12. Rome, FAO. 66 pp.

E. Estrategias de enseñanza:

El curso considera diversas metodologías entre las que se pueden mencionar:

- Clases expositivas.
- Discusiones de casos y de lecturas.
- Investigación.
- Desarrollo de proyecto grupal.
- Presentaciones grupales.
- Aprendizaje en equipo.
- Salida a terreno.
- Ensayo individual.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera diversas instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
● Entrevista personal	RA1, RA2
● Informe y presentación (proyecto grupal de investigación de prácticas ancestrales)	RA1, RA3
● Informe y presentación grupal de diseño de proyectos sostenibles (proyecto grupal de desarrollo de proyecto)	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5
● Participación en clases y discusiones	RA5
● Ensayo individual	RA4, RA5

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

Donella H. Meadows [and others]. The Limits To Growth; a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York: Universe Books, 1972.

Max_Neef, A. Elizalde & M. Hopenhayn. 1993, Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y reflexiones, Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo-Uruguay.

Bibliografía complementaria:

Margulis, L. & D. Sagan. 1995. Microcosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos.

Elizalde, R. 1970. La sobrevivencia de Chile: La conservación de sus recursos naturales renovables. Segunda Edición. Santiago de Chile. Ministerio de Agricultura.

Universidad de Chile. 2018. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Instituto de Asuntos Públicos. Noviembre 2019.

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

Vigencia desde:	2020
Elaborado por:	Fernanda Salinas Urzúa, Macarena Avilés Saavedra, Felipe Díaz Alvarado
Validado por:	Jefe Docente Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales
Revisado por:	CTD de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales