

# Doctorado en Ingeniería

## Descripción de asignaturas

### Primer semestre

#### **Metodología de la Investigación**

##### **6 créditos**

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias para formular, estructurar y desarrollar actividades de investigación científica, con enfoque en las áreas de sistemas resilientes, sistemas energéticos y sistemas medioambientales, en ingeniería. Específicamente, el estudiante reconocerá las etapas típicas del proceso investigativo y su importancia en la generación de nuevo conocimiento en las áreas del programa. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos y analizar conceptualmente información relevante, que le permitan relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales.

#### **Fundamentos de sistemas resilientes, energéticos y medioambientales I**

##### **10 créditos**

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias para comprender, identificar y aplicar conocimiento referente a sistemas resilientes, sistemas energéticos y sistemas medioambientales. Específicamente, el estudiante reconocerá los principales aspectos de Resiliencia en Ingeniería, Conversión de la Energía Eléctrica y Sustentabilidad medioambiental. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos y analizar conceptualmente información relevante, que le permitan relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales.

#### **Herramientas para el análisis de sistemas complejos**

##### **10 créditos**

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias para identificar y aplicar herramientas metodológicas para el análisis de sistemas complejos. Este curso pretende que el estudiante sea capaz de articular las herramientas matemáticas que este curso le entregue, con los sistemas resilientes, energéticos, medioambientales u otros. Específicamente, el estudiante reconocerá las principales herramientas que le permitirán enfrentar exitosamente los problemas reales que se le presenten. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas complejos.

#### **ODS desde la perspectiva de la Eco-Teología**

##### **4 créditos**

Actividad curricular mínima enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería que tiene como propósito desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar y discernir los elementos centrales del diálogo científico entre fe – razón, poniendo énfasis las dimensiones epistemológicas aplicadas a la Ecoteología y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) desde las dimensiones científicas e interdisciplinarias para formar una conciencia ecológica sustentable; además, se busca forjar argumentos para los debates en cuestiones éticas en relación con las grandes cuestiones ecológico-sociales. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la generación de conocimiento en forma autónoma, por medio del análisis e investigación para adquirir una visión panorámica de la problemática Ecológica, así como la capacidad de analizar, sintetizar y proponer reflexiones ante problemas ecológico- sociales de la sociedad contemporánea.

## Segundo semestre

### Proyecto de Tesis I

#### 6 créditos

En el curso Proyecto de Tesis I, el estudiante deberá adquirir los conocimientos necesarios para poder plantear en forma profunda y ordenada un proyecto de investigación concreto. Al comenzar el semestre, el estudiante deberá contactarse con alguno de los profesores de Claustro del Programa para definir bajo su supervisión el Proyecto de Investigación que desea desarrollar y que estará relacionado con su futuro Proyecto de Tesis. Este profesor, tendrá la condición de Director de Tesis del/la estudiante y deberá participar en el desarrollo de dicho Proyecto de Investigación. Al finalizar el semestre, el/la estudiante deberá presentar un proyecto escrito en formato Fondecyt, el cual deberá incluir una revisión bibliográfica sobre el estado del arte relacionado con su Proyecto de Investigación, además de una hipótesis y potencial objetivo general y objetivos específicos. Finalmente, el/la estudiante deberá realizar una presentación pública, la cual será evaluada por una comisión formada por el profesor Director de tesis y 2 profesores del programa.

### Fundamentos de sistemas resilientes, energéticos y medioambientales II

#### 12 créditos

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias para identificar y aplicar técnicas de análisis crítico para plantear soluciones factibles a problemas en las líneas de sistemas resilientes, sistemas energéticos y sistemas medioambientales. Específicamente, el estudiante reconocerá los principales aspectos de contaminación ambiental, la cuenca hidrográfica – borde costero como unidad integradora suelo, atmósfera y agua, y los fundamentos para el diseño de ingeniería resiliente y sistemas eléctricos de potencia. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medio ambientales.

### Optativo I

#### 6 créditos

### Optativo II

#### 6 créditos

## Tercer semestre

### Proyecto de Tesis II

#### 14 créditos

El curso Proyecto de Tesis 2 corresponde a una continuación del trabajo realizado en el curso Proyecto de Tesis 1 y tendrá por objetivo complementar los conocimientos adquiridos por el/la estudiante para finalizar la preparación del Proyecto de Investigación. Corresponde a un curso de carácter teórico/práctico donde el/la estudiante se familiarizará con las metodologías de investigación que serán utilizadas en su Proyecto de Tesis. Durante el semestre, el avance del/la estudiante será supervisado por el Profesor Guía definido en el curso Proyecto de Tesis 1. Al finalizar el semestre, el/la estudiante deberá entregar un Proyecto de Tesis en formato Fondecyt, el cual deberá incluir: revisión bibliográfica, hipótesis, objetivo general, objetivos específicos, metodologías asociadas a su investigación y plan de trabajo. Finalmente, el/la estudiante deberá realizar una presentación pública, la cual será evaluada por una comisión formada por el profesor guía y 2 profesores del programa. De ser aprobado el curso Proyecto de Tesis 2, el estudiante estará en condiciones de presentar su Proyecto de Tesis Doctoral, instancia que corresponde al Hito 1 definido en el Reglamento del Programa.

### **Comunicación Científica en Ingeniería**

#### **4 créditos**

Es una actividad curricular teórico-práctica proporciona una descripción general de las estrategias, técnicas y herramientas relevantes utilizadas en la comunicación científica oral y escrita en las disciplinas de ingeniería. Un programa de postgrado científico requiere que los estudiantes comuniquen su trabajo a través de reportes técnicos, pósteres, artículos de conferencias, artículos de revistas y tesis. Estos trabajos permiten a los estudiantes aplicar lo que han aprendido en el programa en resultados de frontera que se pueden difundir a la comunidad científica. Al finalizar la actividad curricular, el estudiante será capaz de comprender las estructuras y características de un documento científico, como también, de aplicar las buenas prácticas, técnicas y herramientas en su elaboración y difusión para contribuir al desarrollo del conocimiento científico en la disciplina de la ingeniería. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado entregándoles los conocimientos y herramientas que le van a permitir poder comunicar los resultados de su investigación y desarrollo.

### **Optativo III**

#### **6 créditos**

### **Optativo IV**

#### **6 créditos**

### **Hito I: Examen de candidatura**

## **Cuarto semestre**

### **Tesis I**

#### **30 créditos**

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, en la cual el estudiante desarrolla su trabajo de investigación integrando capacidades, competencias y conocimientos adquiridos durante su postgrado. Debe demostrar a lo largo del curso capacidad de trabajo autónomo en investigación, con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en su proyecto de tesis. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la resolución, en forma autónoma, de problemas complejos y desafíos científicos mediante un enfoque sistémico, a través de la aplicación de metodologías, técnicas de análisis y de gestión relevantes en algunas de las líneas de investigación del programa. Además, se genera conocimiento original y se trabaja en la comunicación de los resultados de investigación, en un marco fundado en los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

## **Quinto semestre**

### **Tesis II**

#### **30 créditos**

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, en la cual el estudiante desarrolla su trabajo de investigación integrando capacidades, competencias y conocimientos adquiridos durante su postgrado. Debe demostrar a lo largo del curso capacidad de trabajo autónomo en investigación, con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en su proyecto de tesis. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la resolución, en forma autónoma, de problemas complejos y desafíos científicos mediante un enfoque sistémico, a través de la aplicación de metodologías, técnicas de análisis y de gestión relevantes en algunas de las líneas de investigación del programa. Además, se genera conocimiento original y se trabaja en la comunicación de los resultados de investigación, en un marco fundado en los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

## Sexto semestre

### Tesis III 30 créditos

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, en la cual el estudiante desarrolla su trabajo de investigación integrando capacidades, competencias y conocimientos adquiridos durante su postgrado. Debe demostrar a lo largo del curso capacidad de trabajo autónomo en investigación, con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en su proyecto de tesis. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la resolución, en forma autónoma, de problemas complejos y desafíos científicos mediante un enfoque sistémico, a través de la aplicación de metodologías, técnicas de análisis y de gestión relevantes en algunas de las líneas de investigación del programa. Además, se genera conocimiento original y se trabaja en la comunicación de los resultados de investigación, en un marco fundado en los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

#### Hito II: Avance de tesis

## Séptimo semestre

### Tesis IV 30 créditos

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, en la cual el estudiante desarrolla su trabajo de investigación integrando capacidades, competencias y conocimientos adquiridos durante su postgrado. Debe demostrar a lo largo del curso capacidad de trabajo autónomo en investigación, con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la resolución, en forma autónoma, de problemas complejos y desafíos científicos mediante un enfoque sistémico, a través de la aplicación de metodologías, técnicas de análisis y de gestión relevantes en algunas de las líneas de investigación del programa. Además, se genera conocimiento original y se trabaja en la comunicación de los resultados de investigación, en un marco fundado en los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

## Octavo semestre

### Tesis V 30 créditos

Actividad curricular mínima del programa de Doctorado en Ingeniería, en la cual el estudiante desarrolla su trabajo de investigación integrando capacidades, competencias y conocimientos adquiridos durante su postgrado. Debe demostrar a lo largo del curso capacidad de trabajo autónomo en investigación, con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en su proyecto de tesis. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la resolución, en forma autónoma, de problemas complejos y desafíos científicos mediante un enfoque sistémico, a través de la aplicación de metodologías, técnicas de análisis y de gestión relevantes en algunas de las líneas de investigación del programa. Además, se genera conocimiento original y se trabaja en la comunicación de los resultados de investigación, en un marco fundado en los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

#### Hito III: Defensa de tesis

## Descripción de optativos

### Línea sistemas resilientes

#### **Dinámica Estructural Experimental**

##### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Ingeniería, en la que los estudiantes estarán expuestos a diferentes experiencias que le permitirán una mejor comprensión fenómenos dinámicos en estructuras. Este curso se enfocará en estudiar diferentes metodologías para la determinación de las propiedades dinámicas de un sistema estructural en base a mediciones de su respuesta real frente a solicitaciones de baja intensidad. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente.

#### **Diseño de conexiones en Estructuras Metálicas**

##### **6 créditos**

Se estudian los fundamentos teóricos que permiten caracterizar el comportamiento de conexiones en estructuras de acero sometidas a cargas sísmicas. El curso es teórico y práctico, culminando cada tópico con implementación numérica para la obtención de la respuesta y diseño de las conexiones. Al finalizar el curso, se espera que los alumnos comprendan el comportamiento de las conexiones en estructuras de acero sometidas a acciones sísmicas. Adicionalmente deben ser capaces de emplear modelos analíticos y/o numéricos para obtener su respuesta.

#### **Diseño sísmico de estructuras en hormigón armado**

##### **6 créditos**

Se estudian los fundamentos teóricos que permiten caracterizar el comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado. El curso es teórico y práctico, culminando cada tópico con implementación numérica para la obtención de la respuesta y diseño de edificaciones de hormigón armado. Al finalizar el curso, se espera que los alumnos comprendan los efectos de terremotos sobre las estructuras, entiendan conceptos usados en el diseño sísmico y apliquen la normativa de diseño sísmico Chilena NCh433.

#### **Diseño Sísmico de Estructuras Metálicas**

#### **Fundamentos de Sismología**

##### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Ingeniería, enfocada en proveer al estudiante los principales aspectos teóricos y prácticos involucrados en la generación, propagación y registro de ondas sísmicas. Se pondrá énfasis en tópicos multidisciplinarios tales como sismotectónica, peligro sísmico, ciclo sísmico en zonas de subducción, generación de tsunamis y aspectos teóricos de la fuente sísmica. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente.

#### **Introducción a la confiabilidad de redes**

##### **6 créditos**

Actividad curricular de carácter optativa, teórico-práctica, enfocada en los estudiantes de Doctorado en Ingeniería, con la finalidad de que se adueñen de los métodos principales para

evaluar la confiabilidad de las redes mediante: 1) el modelamiento de las redes y los eventos de falla, 2) el uso de métricas y funciones de confiabilidad, y 3) el análisis de algoritmos computacionales para el cálculo de confiabilidad. Al finalizar la actividad curricular el estudiante será capaz de reconocer los principales modelos y funciones de confiabilidad de redes, un conjunto de métodos para el cálculo de confiabilidad de redes, asociar la confiabilidad de una red a características de ésta, y desarrollar metodologías básicas para aumentar la confiabilidad de una red de datos. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente.

### **Métodos Numéricos en Ingeniería**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Ingeniería, enfocada en resolver mediante el Método de Elementos Finitos, ecuaciones diferenciales que rigen problemas complejos asociados a la Ingeniería Civil. Se desarrollan códigos computacionales en un lenguaje de programación masivamente conocido y se refuerza la teoría detrás de software comercial utilizado en estructuras, geotecnia o hidráulica. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente.

### **Patología de obras civiles**

#### **6 créditos**

Se estudian los fundamentos teóricos que permiten identificar las anomalías, diagnosticar y rehabilitar estructuras de obras civiles. El curso es teórico y práctico, culminando cada tópico con implementación numérica del caso en estudio. Al finalizar el curso, se espera que los alumnos sean capaces de realizar diagnósticos preliminares acerca del estado de las obras de construcción con síntomas de daños, proponer planes de estudio y acción atinentes a las observaciones.

### **Análisis de datos y problemas inversos**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Ingeniería, enfocada en proveer al estudiante las principales herramientas teóricas y prácticas requeridas para el análisis de datos y la resolución de problemas inversos discretos. Se revisarán conceptos fundamentales como modelo, parámetros, predicciones y se brindarán las herramientas estadísticas esenciales para su análisis. Los enfoques de optimización e inferencial bayesiano serán presentados con aplicaciones en un amplio rango de problemas de geofísica e ingeniería antisísmica. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente para realizar en forma integradora análisis crítico de problemas, además de analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o medio ambiente.

## **Línea sistemas energéticos**

### **Combustibles alternativos y procesos energéticos**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias necesarias para comprender, identificar y aplicar conocimiento referente a la producción de biocombustibles a partir de distintas fuentes o materias primas, además de la integración de procesos energéticos para su producción. Específicamente, el

estudiante reconocerá las diversas rutas para obtención de biocombustibles considerando los procesos y operaciones unitarias asociadas, ciclos de vida y análisis económico. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Control y aplicaciones de electrónica industrial** **6 créditos**

Actividad curricular optativa teórica, enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, para que se adueñen de los conceptos asociados a (i) Convertidor rectificador (ii) Convertidores Multinivel y (iii) Control predictivo. Se enfatiza en la evaluación crítica de los aspectos claves de la operación de los convertidores estáticos, de tal forma de desarrollar una estrategia de control adecuada para cada aplicación industrial analizada, junto con la evaluación del desempeño de las distintas estrategias de control clásicas. Como forma de comparación, se presentará la estrategia de Control Predictivo, de tal forma que el estudiante evalúe y compare esta estrategia de control moderna con los métodos clásicos. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Control multivariable**

### **Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica** **6 créditos**

Actividad curricular optativa teórica – práctica, enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería para que se adueñen de los conceptos asociados a (i) sistemas de generación de energía (ii) sistemas de transmisión y distribución de la energía eléctrica (iii) gestión del consumo y la demanda de energía eléctrica y, (iv) tópicos de calidad de suministro eléctrico y seguridad eléctrica. Se enfatiza en la entrega de herramientas y métodos de análisis para sistemas eléctricos de potencia en sus distintas etapas, además de lineamientos normativos nacionales e internacionales. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Laboratorio de energía solar fotovoltaica** **6 créditos**

Actividad curricular optativa (teórica – práctica), dirigida a estudiantes del Doctorado en Ingeniería, para que se adueñen de los conceptos asociados a (i) Fundamentos de Tecnología Fotovoltaica, (ii) sistemas on-grid, (iii) sistemas off- grid e híbridos y (iv) sistemas de bombeo Fotovoltaico, mediante la revisión teórica de contenidos, complementadas con actividades de simulación y experiencias de laboratorio con un uso importante de sistemas de adquisición de datos para el análisis de resultados. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los

fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Sistemas de energía térmica**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa del Doctorado en Ingeniería, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias necesarias para comprender, identificar y evaluar termodinámicamente diferentes procesos de energía térmica, considerando diseño de fuentes térmicas, de sistemas de recuperación de calor y de enfriamiento; y ciclos de potencia (Rankine). Además, el estudiante evaluará los sistemas energéticos desde una perspectiva económica y medioambiental. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Sistemas de transmisión en HVDC**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa teórica, enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, para que se adueñen de los conceptos asociados a la transmisión en sistemas de alto voltaje DC (HVDC) basados en sistemas (i) HVDC Light y (ii) HVDC Plus. Se enfatiza en las ventajas competitivas de este tipo de tecnologías para la transmisión de energías a través de largas distancias o para la implementación de sistemas subterráneos/submarinos. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

### **Técnicas de modulación en convertidores estáticos**

#### **6 créditos**

Actividad curricular optativa teórica – práctica, enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería para que se adueñen de los conceptos asociados a (i) Modulación de convertidores trifásicos y monofásicos, (ii) Técnicas de modulación programada en convertidores monofásicos y trifásicos, (iii) Técnicas de modulación PWM en convertidores multinivel. Se enfatiza el modelamiento matemático de los convertidores estáticos, el análisis armónico de las formas de onda claves, además de la conversión eficiente de la energía eléctrica. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

## **Tópicos en procesamiento digital de señales, espectros e imágenes**

### **6 créditos**

Actividad curricular optativa teórica – práctica, enfocada en los estudiantes del Doctorado en Ingeniería para que se adueñen de los conceptos asociados a (i) clasificación de señales, espectros e imágenes (ii) problemas de regresión (iii) reconocimiento de patrones y (iv) aplicaciones prácticas del procesamiento digital de señales. Se enfatiza en proporcionar los fundamentos matemáticos y tecnológicos para desarrollar herramientas para el procesamiento digital de señales. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos de sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales para realizar en forma integradora el análisis crítico de problemas. Asimismo, analizar conceptualmente información relevante que le permiten relacionar soluciones a problemas vinculados con sistemas resilientes, sistemas energéticos y/o sistemas medioambientales. De igual manera, la aplicación metodologías de investigación para solucionar un problema complejo y/o desafío científico–tecnológico, considerando los principios éticos institucionales de respeto a la persona humana y el medio ambiente.

## **Línea sistemas medioambientales**

### **Análisis de Sensibilidad y Evaluación de Modelos**

#### **6 créditos**

En esta actividad curricular proporciona a los estudiantes los conceptos teóricos y prácticos para la evaluación y análisis cuantitativo y cualitativo de modelos. Se estudian métodos de muestreo, funciones o medidas de desempeño según el objetivo del análisis, y se estudian diferentes técnicas para llevar a cabo un análisis de sensibilidad, pasando desde un análisis sencillo (Análisis de Sensibilidad Local) a un análisis más complejo (Análisis de Sensibilidad Regional). El curso proporciona los fundamentos y la práctica para la evaluación de modelos, la evaluación de variables, y entrega una introducción al concepto de incertidumbre en los resultados de un modelo. Los estudiantes serán capaces de implementar diferentes modelos y de llevar a cabo diferentes análisis de sensibilidad de variada complejidad en función del problema y modelo bajo análisis. El curso abarca la modelación desde un punto de vista conceptual aplicado a la disciplina de especialidad del estudiante, siendo un curso transversal para cualquier especialidad.

### **Control de la contaminación del agua**

#### **6 créditos**

En esta actividad curricular, se proporcionan los principios fundamentales y teóricos de las operaciones de tratamiento normalmente utilizadas para el control de la contaminación hídrica. Al finalizar esta actividad curricular, los estudiantes podrán comprender la base científica fundamental que rige el diseño y la operación de las tecnologías de tratamiento; principios de operación de cada proceso unitario dentro de la secuencia habitual de procesos de tratamiento, su interacción y el contexto en el que se aplican. Reconocer las ventajas, desventajas y limitaciones de las tecnologías existentes y los nuevos desarrollos tecnológicos. Definir una secuencia de flujo de proceso adecuada para el tratamiento de las aguas residuales, y los principales flujos secundarios que resultan del tratamiento. Aplicar los principios del tratamiento de aguas residuales en el diseño de cada unidad de proceso estudiado.

### **Evaluación de Impacto Ambiental**

#### **6 créditos**

Esta asignatura busca instruir a los estudiantes sobre los diferentes componentes de la medida de gestión para la evaluación de impacto ambiental, para los proyectos de inversión que se desean realizar en Chile. Se revisarán los impactos ambientales, con criterio científico y técnico, de los proyectos de inversión que requieren de una evaluación de impacto ambiental, las medidas necesarias para mitigar, reparar o compensar estos efectos, así como identificar los efectos positivos. Desde su campo disciplinario, se le proporcionará elementos para identificar proyectos y obras con impactos ambientales que presenten brechas para la mitigación o reparación, analizando el estado del arte para el diseño de posibles medidas.

### **Fundamentos para la gestión integrada de recursos hídricos**

#### **6 créditos**

Este curso entrega los conocimientos teóricos y prácticos fundamentales de la gestión integrada de recursos hídricos y de los elementos clave que deben tenerse en cuenta en la planificación hidrológica y la gestión del territorio. Se presentarán las implicaciones socioeconómicas derivadas de diferentes políticas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, la protección de la población y el mantenimiento de los ecosistemas. El estudiante será capaz de interpretar y analizar críticamente la problemática ambiental de los sistemas acuáticos, y conocer medidas de diferente índole para abordar su gestión. El curso hará especial énfasis en que los estudiantes conozcan y comprendan los procesos ecológicos que rigen el funcionamiento de los sistemas hídricos y los servicios ecosistémicos que dependen de los mismos. El estudiante reconocerá las presiones hidromorfológicas y las fuentes de contaminación puntual y difusa que actúan sobre los sistemas hídricos y su repercusión tanto en el medio físico, químico y biológico como en los servicios que dependen del correcto funcionamiento del ecosistema. Así mismo, se presentarán una serie de herramientas utilizadas ampliamente en la gestión de los recursos hídricos, incluyendo aquellas utilizadas para evaluar el estado de los ecosistemas en función de las presiones e impactos existentes en la cuenca.

### **Hidrología avanzada**

#### **6 créditos**

En esta actividad curricular los estudiantes estarán expuestos a diferentes experiencias que le permitirán una mejor comprensión acerca de los procesos hidrológicos a escala de cuenca y mejorar su desempeño en la implementación y desarrollo de modelos hidrológicos para la estimación y predicción de caudales. Se estudian conceptos fundamentales de hidrología, procesos hidrológicos y su variabilidad espacio-temporal y se estudia el análisis y evaluación de modelos. Al final del curso se espera que los estudiantes hayan obtenido los conocimientos teóricos respecto al comportamiento hidrológico de diferentes sistemas hidrológicos y los fundamentos necesarios para reproducir dicho comportamiento a escala de cuenca mediante modelos matemáticos. Se espera que adquieran experiencia teórica y práctica en el desarrollo, implementación, calibración, validación y análisis de modelos con diferentes fines. El estudiante podrá aplicar diferentes métodos y modelos verificando su pertinencia para el propósito de los estudios planteados. Se realizará un análisis de resultados y una discusión general de estos comparando con información actualizada de la literatura del tópico tratado. Se espera que desarrollen una capacidad de análisis y discusión en un contexto científico y en torno a la hidrología superficial.

### **Impacto ambiental de polímeros y nanomateriales**

#### **6 créditos**

El curso de Impacto Ambiental de Polímeros y Nanomateriales está diseñado para proporcionar conocimiento sobre principios fundamentales, metodologías y aplicaciones de macro y nano tecnologías. También cubre conceptos relacionados con el desarrollo de sistemas y temas respetuosos con el medio ambiente en la química moderna de polímeros. El objetivo general del curso es avanzar en la pericia y difusión del conocimiento en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, remediación y mejora de nuevos métodos relacionados con biorecursos y áreas similares.

### **Química del agua**

#### **6 créditos**

En este curso se dan a conocer los conceptos básicos de la química del agua, los fenómenos y los procesos químicos en el agua. Se estudiarán los procesos químicos que ocurren tanto en el océano como en sistemas de agua dulce, los cuales presenta una fuerte interacción con la geósfera, la biósfera y la atmósfera, además de las influencias antroposféricas.

### **Taller de estadísticas para el medio ambiente**

#### **6 créditos**

Esta asignatura optativa proporciona elementos para el análisis de datos obtenidos de actividades productivas, ambientales y biológicas asociadas a los recursos naturales. Proporciona las herramientas para la exploración, modelación, clasificación y segmentación de datos. Con ello, el alumno será capaz de analizar información que pueda ser utilizada para la toma de decisiones en problemas asociados a las actividades productivas, ambientales y biológicas de los recursos naturales.