



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

PROGRAMA INTERFACULTADES

Programa del Curso: INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES Y SU RELACIÓN SOCIO AMBIENTAL

Profesor Titular: Rodrigo P. Herrera Jenó.

Ingeniero Forestal y M.Sc. en Gestión y Planificación Ambiental.

Universidad de Chile.

Profesor invitado: Daniel Gutiérrez Rivera.

Abogado, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Máster en Derecho, Anglia Ruskin University (Inglaterra)

Profesor del Diplomado de Mercados Eléctricos, DIE, USACH.

Agosto 2022

1. ANTECEDENTES

Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y el uso eficiente de la energía constituyen medidas de mitigación ante el calentamiento global y la transición energética justa. La energía proveniente de fuentes como el viento, el sol, el océano, la tierra, residuos orgánicos provenientes de la biomasa y la hidroelectricidad a pequeña escala, provienen de fuentes primarias de energía que de forma periódica se renuevan a través de ciclos naturales y por ende son renovables. Cada una de las tecnologías desarrolladas desde la distintas fuentes genera impactos positivos sobresalientes en comparación al uso de combustibles fósiles y a la vulnerabilidad de la matriz energética y eléctrica; pero también están generando una discusión en diversos territorios por impactos al paisaje, comunidades y biodiversidad, entre otros.

Las ERNC dejaron de ser un actor secundario. El potencial es enorme: más de 1.865.000 MW de energía eólica, solar e hidroeléctrica, además de probablemente 2.000 MW o más de energía geotérmica y otros 2.000 MW de biomasa. Sólo a modo de estadística general, 1 MW eólico o solar cada una hora y media pretende ingresar a la matriz eléctrica el 2022; y alrededor del 76% de los nuevos proyectos solares se ubicará en el Norte del país, que implica importantes desafíos para la transmisión y para gestionar su intermitencia. A junio de 2022, las ERNC han tenido una participación acumulada correspondiente al 31,5% de la matriz de eléctrica de Chile, cuando no hace mucho se pensaba que la cifra de participación no sería más del 20% por las barreras legales, económicas, técnicas y de cultura energética que ha imperado en Chile desde la Ley General Eléctrica establecida en 1981. El uso de ERNC permitiría ahorrar más de US\$5.000 millones al año, así como reducir las muertes por enfermedades derivadas de la contaminación del aire y crear 11.000 nuevos puestos de trabajo.

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Chile son marginales en el contexto internacional (0,3% de las emisiones globales), pero se han incrementado de manera significativa en las últimas décadas. Las emisiones de CO₂ en 2020 han sido de 84,556 megatoneladas, siendo el país número 140 del ranking de países por emisiones de CO₂, formado por 184 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes. La principal fuente de las emisiones de CO₂ está en la quema de combustibles fósiles. En general, las emisiones de GEI estuvieron lideradas por el CO₂ con un 78%, seguido del metano (CH₄) con un 13%, óxido nitroso (N₂O) con 6% y los gases fluorados 3%. Según el último inventario de gases de efecto invernadero, durante 2016, las emisiones totales del país fueron de 111.677,5 kt CO₂ eq, 114,7% más que en 1990 y 7,1% más que en 2013. A su vez, ese mismo año, se constató que las emisiones de 2016 fueron más de 114% superiores a las de 1990 y más de 20% a las de 2010; y asimismo, en términos per cápita, las emisiones aumentaron de 2,5 tons a 6,1 tons entre 1990 y 2016. Las emisiones nacionales superan bastante el promedio de América Latina y se acercan a las de economías de mayores ingresos. Lo anterior sin considerar el efecto de la Pandemia, que pronosticaba una disminución de GEI por el cambio de hábito de permanecer en casa, pero que no se reflejó acertadamente.

La descarbonización de fuentes generadoras de electricidad ha sido la principal estrategia de Chile. Actualmente, operan 28 centrales termoeléctricas de carbón, y nos hemos comprometido a reducir las a 10 para 2040, donde cuatro de ellas, que generan contaminación en zonas pobladas, se cerrarán antes de 2025. El sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) es el único que absorbe GEI en el país, manteniéndose como sumidero en el registro de emisiones disponible desde 1990. Cerca del 68% de la matriz energética se explica por el uso de combustibles fósiles. Esto no solo contribuye a acelerar el cambio climático, sino que además potencia el principal problema ambiental en

Chile: la contaminación atmosférica. Cerca del 60% de la población (10 millones de un total de 17,5 millones de personas aproximadamente) está expuesta a una concentración de material particulado (MP) 2,5 superior a la norma (20 microgramos por metro cúbico).

Para el año 2050 cerca de un 80% del suministro de energía mundial podría provenir de fuentes de energía renovables si se introducen las políticas públicas adecuadas, ahorrando en total un volumen de gases de efecto invernadero equivalente entre 220 y 560 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂eq) entre 2010 y 2050. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), más de un tercio de la población mundial no tiene acceso a formas avanzadas de energía, y los 30 países más desarrollados del planeta que representan un 15% de la población total, consumen más del 60% de estas formas modernas de energía.

Las ERNC y la eficiencia energética dependen de su inserción en el mercado energético y del fortalecimiento de políticas públicas y sólidos instrumentos normativos y financieros. También hay otras iniciativas como la electromovilidad o el hidrógeno verde que se están sumando al fortalecimiento sustentable del sector energía, pero que a diferencia de las ERNC, sus políticas públicas o regulaciones son más bien escasas o incipientes.

Chile enfrenta un proceso para elaborar una Nueva Constitución: ¿Cómo se abordará la naturaleza, el medio ambiente, la biodiversidad, el cambio climático, el agua y la energía?. Por otro lado: ¿Cuál es el actual paradigma energético mundial?, ¿Qué es la energía?, ¿Qué son las ERNC?, ¿Cuál es la relación entre energía y las ERNC, con el medio ambiente y la sociedad?, ¿Qué es el Mercado Eléctrico y cuál es el ordenamiento normativo y jurídico de la energía y las ERNC en Chile?, ¿Cómo gestionar sustentablemente las ERNC para que contribuyan a la sustentabilidad del país?, ¿Cuáles son los criterios e indicadores de gestión ambiental a considerar para impulsar las ERNC?, ¿Cuáles y cómo disminuir las barreras de entrada a las ERNC desde la gestión ambiental?. Estas preguntas y muchas otras, son las que debieran motivar a la reflexión y conversación a quienes deciden tomar el presente curso electivo introductorio.

2. OBJETIVOS DEL CURSO

2.1.OBJETIVO GENERAL

El curso entrega un marco introductorio sobre las ERNC y su relación con el medio ambiente y la sociedad, para motivar a las(los) alumnas(os) a insertarse en la discusión energética y eléctrica del país respecto del uso racional, sustentable y eficiente de la energía, como también de las barreras, políticas públicas, institucionalidad y normativa relacionado con las ERNC.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar un análisis conceptual general de los alcances, contenidos, interacciones y visiones asociados a las ERNC y su medio ambiente social.
- b) Desarrollar un análisis crítico del actual sistema energético y eléctrico; desde la perspectiva de la inserción de las ERNC en la matriz y su relación con el medio ambiente, sus impactos y el remplazo de fuentes convencionales.
- c) Generar reflexión y discusión entre los alumnos sobre la relación de las ERNC y medio ambiente para elaboración de futuras políticas públicas y normativas, como el análisis de la gestión y planificación ambiental.

3. CONTENIDOS Y PLANIFICACIÓN DEL CURSO.

Nota: las fechas y contenidos están sujetas a modificaciones según la dinámica del propio curso y otros factores externos.

FECHA	CLASES
03 / 08	<p>0. Presentación del curso.</p> <p>MÓDULO I</p> <p>1. Reflexiones introductorias sobre Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático (1/2): ¿Qué está pasando en Chile y el mundo en relación a estos temas?.</p>
10 / 08	<p>2. Reflexiones introductorias sobre Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático (2/2): sector energía como factor transversal al desarrollo social, ambiental, cultural, político, económico y energético.</p>
17 / 08	<p>3. Conceptos generales y definiciones principales relacionadas con energía, energías renovables (ER), energías renovables no convencionales (ERNC), medio ambiente, cambio climático y ordenamiento territorial.</p> <p>Principales unidades de medida para determinar energía (aplicaciones generales).</p> <p>Barreras actuales al impulso de ERNC.</p>
24 / 08	<p>4. Primer caso de análisis y reflexión:</p> <p><i>Carbono Neutralidad en Chile y Parque Industrial en Zona de Sacrificio Quintero Puncuncaví: que se requiere para cumplir metas y estándares.</i></p> <p>(Discusión sobre pauta para el trabajo del semestre).</p>
31 / 08 (Profesor Daniel Gutierrez)	<p>MÓDULO II</p> <p>5. Transición Energética</p> <p>Matriz energética y matriz eléctrica. Principales diferencias.</p> <p>Balance y flexibilidad energética.</p>
07 / 09 (Profesor Daniel Gutierrez)	<p>6. Sistema y Mercado eléctrico.</p> <p>Origen, sectores y subsectores, segmentos, demanda y oferta de energía. Capacidad instalada, costos de la energía, costo marginal. Conceptos, análisis general y como se relaciona con el desarrollo territorial y su gente.</p>

<p>14 / 09 (Profesor Daniel Gutierrez)</p>	<p>7. Marco institucional del sector energía y ERNC:</p> <p>Institucionalidad en materia energética en Chile (principales estamentos, funciones, roles y atribuciones).</p> <p>Análisis de Proyectos de Ley en materia energética (principales alcances).</p>
<p>21 / 09 (Profesor Daniel Gutierrez)</p>	<p>8. Constitución y Energía. ¿Una nueva configuración jurídica? (PARTE I).</p> <p>Actual Constitución Política de Chile y sector energía. Discusión sobre el sector energía en una futura y nueva Constitución.</p>
<p>28 / 09 (Profesor Daniel Gutierrez)</p>	<p>9. Constitución y Energía. ¿Una nueva configuración jurídica? (PARTE II).</p> <p>Ordenamiento jurídico del sector energético y eléctrico, y los principios que regulan dichas actividades.</p>
<p>05 / 10</p>	<p>CONTROL ESCRITO N° 1</p>
<p>12 / 10</p>	<p>10. MÓDULO III</p> <p>Fuentes y tecnologías en ERNC (Parte I): Caracterización general, potencial, ventajas, desventajas e impactos a nivel socio ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Solar. b. Eólica. c. Minicentrales hidráulicas. d. Oceánicas. e. Geotérmica.
<p>19 / 10</p>	<p>11. Fuentes y tecnologías en ERNC (Parte II).</p> <p><i>Hidrógeno Verde: ¿La solución del futuro energético?</i></p>
<p>26 / 10</p>	<p>12. Tercer caso de análisis y reflexión:</p> <p><i>Biomasa y Leña en el contexto energético y ambiental de Chile.</i></p>
<p>02 / 11</p>	<p>Presentación de Trabajos (1/2).</p>
<p>09 / 11</p>	<p>Presentación de Trabajos (2/2).</p>
<p>16 / 11</p>	<p>CONTROL ESCRITO N° 2.</p>
<p>23 / 11</p>	<p>CONTROLES PENDIENTES.</p>

30 / 11 (NO HAY CLASES)	EXÁMEN FINAL.
07 / 12 (NO HAY CLASES)	Envío de notas finales. Cierre de Semestre.

4. EVALUACIÓN

El presente curso se evaluará con una sola nota, a partir de la siguiente ponderación:

- Dos controles y un trabajo durante el semestre: 75%
- Examen: 25%

Los controles y el trabajo (señalados anteriormente), tienen la siguiente ponderación porcentual:

- Control 1: 35%.
- Control 2: 35%.
- Un trabajo grupal: 30%.

* **Nota 1:** Los controles incluyen las lecturas que el profesor sugiera en clases.

* **Nota 2:** Los controles son acumulativos.

* **Nota 3:** Nota mínima de eximición: 5,0 (cinco coma cinco).

!!! PROTOCOLO DE ENTENDIMIENTO !!!

1. Se puede comer en clases.
2. Colocar en silencio los celulares.
3. *"Nadie es dueño de la verdad"*.
4. Motivación, participación, reflexión y discusión.
5. Flexibilidad acorde a la responsabilidad y respeto mutuo (cambio de pruebas, cambio de día de clases, etc).
6. Las materias se suben a la web al término de cada clase. No son definitivas.

7. Elección de un(a) o dos representante del curso para coordinar cualquier materia logística y operativa con el profesor. Identificar lo urgente de lo importante.

5. Links de interés:

<http://www.renewableenergyfocus.com/>

<http://www.worldenergyoutlook.org/>

www.iea.org

www.acera.cl

<http://www.worldenergy.org/>

<http://energy.gov/>

www.ipcc.ch/

<http://www.iisd.ca/email/subscribe.htm>

<http://www.energia.gob.cl/>

<http://www.acee.cl/>

<http://cifes.gob.cl/>

<http://www.cne.cl/>

<https://www.chileenergias.cl/>

<http://www.mienergia.cl/>

<http://www.gestionaenergia.cl/>

<https://www.aprendeconenergia.cl/>

<http://www.minenergia.cl/autoconsumo/>

<https://h2chile.cl/>

5. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

ADRIAANSE, A. 1993. Environmental policy performance indicators. Ministry of Housing, Physical Planning and environment, The Hague, The Netherlands.

BURGER, V.; KLINSKI S; LEHR, U.; LEPRICH, U, NAST; M; AND RAGWITZ M. 2008. Policies to support renewable energies in the heat market. Energy Policy 36 (2008) 3140– 3149.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE. 2010. Energías Renovables No Convencionales: Energía Sustentable para Chile. Comisión de Energía del Colegio de Ingenieros de Chile. 186 p.

COMISIÓN CIUDADANA TÉCNICO PARLAMENTARIA. 2011. Chile necesita una gran reforma energética. 90p.

DOMINGO, E. 2000. Régimen Jurídico de las Energías Renovables y la Cogeneración Eléctrica. Instituto Nacional de Administración Pública, España. 29 p.

ECOSISTEMAS. 2015. Panorama de las ERNC. Una mirada desde Chile. 15 pag.

ESCENARIOS ENERGÉTICOS. 2018. Futuro de la energía en Chile. 60 p.

EVANS, A; EVANS, T Y STREZOV; V. 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Graduate School of the Environment, Macquarie University, Sydney, NSW 2109, Australia. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1082 -1088.

FIMA. 2009. Justicia Ambiental. Revista de Derecho Ambiental de la Fiscalía del Medio Ambiente, FIMA. Mayo 2009 N° 1. 307 p.

FUNDACIÓN TERRAM. 2018. La negligente realidad de la Bahía de Quintero.

GIZ – Ministerio de energía. 2018. Las energías renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno. 188 p.

GONZÁLEZ, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. 656 p.

GOBIERNO DE CHILE - MMA. 2020. Contribución Nacional Determinada de Chile. 51 p.

HERZOG, A; LIPMAN, T; EDWARDS, J; AND KAMMEN, K. 2001. Renewable Energy: A viable choice. Published in Environment, Vol. 43 No. 10.

HERRERA, R. 2011. Indicadores de gestión ambiental para ERNC en Chile. Tesis para optar al título de magister en gestión y planificación ambiental de la Universidad de Chile. Programa Interfacultades. Magíster Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile. 120 p.

HORVATH, A. 2015. La revolución de los territorios y de las energías. Patagonia, aguas, glaciares y borde costero: libres. LOM Ediciones. 206 pag.

JACOBSSON, S; AND LAUBER, V. 2006. The politics and policy of energy system transformation— explaining the German diffusion of renewable energy technology. Energy Policy 34 (2006) 256-276. Available online 2 October 2004.

JARA, W. 2006. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). EndesaEco. 84 p.

MALDONADO, P. Y PONTT, J. 2008. Aporte potencial de Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica 2008 – 2025. Universidad de Chile y Universidad Técnica Federico Santa María. 20 pag.

MANTENGA, LOLA. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. Estadística y Medio Ambiente. 2000. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla. Pp: 75-87

MENANTEAU, P ; FINON, D, AND LAMY, M. 2003. Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. Energy Policy 31 (2003) 799–812.

MINISTERIO DE ENERGÍA. 2014. Agenda de Energía: Un desafío país, progreso para todos. www.minenergia.cl.

MINISTERIO DE ENERGÍA. 2015. Energía 2050. Política Energética de Chile. 80 pag.

MINISTERIO DE ENERGÍA. 2020. Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde.