

Universidad de los Andes

ICYA-4905; período 2025_10

Curso 100% presencial – 4 créditos – Salón LL_106 - Horario: 06:30-09:20 jueves

Adaptación de infraestructura al cambio climático

Profesor: Juan Benavides jbenavid@uniandes.edu.co

Introducción y objetivo

Las decisiones en problemas sujetos a *incertidumbre profunda* (Kay y King 2021) adquieren cada vez más importancia en numerosos campos, que incluyen los riesgos catastróficos en negocios y la adaptación al cambio climático. De acuerdo con Marchau et al (2017), se pueden distinguir 4 niveles de incertidumbre. Los niveles 1 y 2 incluyen los contextos determinísticos y aquellos en los que se conocen las probabilidades de los eventos y los ‘pagos’ de cada evento. Los niveles 3 y 4 cubren los contextos en los que existe desconocimiento parcial o total de las probabilidades y los pagos (*incertidumbre profunda o radical*). El cambio climático navega entre los niveles 3 y 4. Los métodos usados en el nivel 3 y 4 aplican algunos de los principios y métodos clásicos usados en los niveles 1 y 2. Por ello el curso los presenta de manera sintética y autocontenido para fundamentar los métodos de decisión en los niveles 3 y 4.

El curso busca un balance entre perspectiva, comprensión de modelos formales y diseño de soluciones implementables. Se divide en cuatro secciones. En la primera sección se discute la economía del cambio climático. La segunda sección presenta los modelos clásicos de decisión para los niveles 1 y 2. En la tercera sección se revisan dos modelos para los niveles 3 y 4, y una visión de los usos de la inteligencia artificial para adaptación al cambio climático. Finalmente, en la cuarta sección se ensayará la construcción de componentes de un modelo de decisión robusta para adaptación de infraestructura de transporte al cambio climático, en 3 talleres de diseño de modelos de generación de escenarios, optimización combinatoria, valoración de pérdidas económicas, traducción a modelos clásicos (maximin, minimax regret y Hurwicz).

Metodología y calificación

Los alumnos deben estudiar los materiales asignados antes de las clases. El profesor combinará explicaciones conceptuales con discusiones y talleres en clase. Los estudiantes resolverán 3 parciales en grupos individuales por fuera de clase. Los estudiantes no deben colaborar entre sí. Cada parcial y el examen final (para desarrollar fuera de clase también) tienen un peso de 25%.

Contenido

Semanas 1 a 4. La economía del cambio climático y la adaptación

Clase 1. 23 enero. Introducción, el problema fundamental y qué se sabe y qué no se sabe sobre el cambio climático. Capítulos 1, 2 y 3 de Pindyck (2021A), Pindyck (2021B).

Clase 2. 30 enero. Incertidumbre en cambio climático y políticas públicas. Capítulos 4 y 5 de Pindyck (2021A).

Clase 3. 6 febrero. Adaptación. Capítulo 7 de Pindyck (2021A).

Clase 4. 13 febrero. Análisis económico de proyectos climáticos. Asian Development Bank (2015).

Semanas 5 a 8: Incertidumbre de niveles 1 y 2

Clase 5. 20 febrero. Evaluación de proyectos con variables aleatorias discretas. Desarrollo de los Ejemplos 12.1 a 12.5, el ejemplo de la Tabla 12.14, y los Ejemplos 12.10, 12.11 y 12.12. Capítulo 12 de Sullivan, Wicks y Koelling (2015).

Clase 6. 27 febrero. Utilidad esperada. Dean (2013) y David (2017). Árboles de decisión. Modelos sin probabilidades de eventos. Sunstein (2020). Binmore (2014). Brainkart (2018). Ejercicios en clase tomados de Parmigiana e Inoue (2009) y Peterson (2017).

Clase 7. 6 marzo. Opciones reales y flexibilidad. Presentaciones de Pindyck (2008).

Clase 8. 13 marzo. Aplicación de opciones reales a la adaptación al cambio climático. Guthrie (2019) y capítulos 4 y 5 de Morel (2020).

Semanas 9 a 12: Incertidumbre de niveles 3 y 4

Clase 9. 27 marzo. Riesgo e incertidumbre. Incertidumbre profunda. Modelos clásicos de decisión con incertidumbre profunda. Capítulo 1 de Marchau et al (2017).

Clase 10. 11 abril. Fundamentos de la toma de decisiones robustas (RDM). Aplicación de RDM a un caso de cambio climático. Capítulos 2 y 7 de Marchau et al (2017).

Clase 11. 3 abril. Fundamentos del método de Vías Adaptativas (Dynamic Adaptive Policy Pathways - DAPP). Capítulo 4 de Marchau et al (2017).

Clase 12. 10 abril. Inteligencia artificial y adaptación al cambio climático. WEF 2024), UNFCCC (2024), ESCAP (2023).

Semanas 13 a 16: Decisiones robustas en planificación del transporte

Clase 13. 17 abril. Modelo SPE y matrices de riesgo (Outsideluke. Sin fecha). Pindyck y Wang (2013). Flyvbjerg (2020). Presentación del modelo de Lempert et al (2021). Modelos XLMR.

Clase 14. 9 mayo. Modelos de generación de escenarios. Taller en la clase.

Clase 15. 15 mayo. Modelo de relación entre escenarios, intervenciones y pérdidas económicas. Taller en la clase.

Clase 16. 22 de mayo. Modelo de decisión con apoyo de maximin, minimax regret y Hurwicz. Políticas públicas para cambio climático. Fedesarrollo (2021). Una reflexión interesante: Zeckhauser (2006).

Referencias

Asian Development Bank. (2015). Economic Analysis of Climate-Proofing Investment Projects.

<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/173454/economic-analysis-climate-proofing-projects.pdf>

Binmore, K. (2014). 'Making Decisions in Large Worlds'.

https://www.youtube.com/watch?v=9IHcha_KIQU

Brainkart. (2018). Decision Theory: Maximin and Minimax strategy

https://www.brainkart.com/article/Decision-Theory--Maximin-and-Minimax-strategy_39049/

David, H. (2003). Lecture 11 - Risk Aversion, Expected Utility Theory and Insurance.

<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/36389/14-03Fall-2000/NR/rdonlyres/Economics/14-03Intermediate-Applied-MicroeconomicsFall2000/C1777B22-2D4B-418E-A866-FCC39ACBA5B3/0/lec102.pdf>

Dean, M. (2017). Expected Utility Theory.

http://www.columbia.edu/~md3405/Choice_MA_Risk_1_17.pdf

ESCAP. (2023). Seizing the moment: Targeting Transformative Disaster Risk Resilience.

<https://www.unescap.org/kp/2023/seizing-moment-targeting-transformative-disaster-risk-resilience>

Fedesarrollo. (2021). Entregable 2.3. Hoja de ruta que conecte cada una de las acciones y objetivos de la NDC con fuentes de financiación públicas y privadas, incluyendo para cada acción barreras, oportunidades y recomendaciones. Asistencia técnica para la implementación del Proyecto de Acción de la NDC en Colombia (UNEP). Fedesarrollo (Institución Técnica Nacional).

Flyvbjerg, B. (2020). 'The Law of Regression to the Tail: How to Survive COVID-19, the Climate Crisis, and Other Disasters'. *Environmental Science and Policy*, online. October 2020.

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3600070

Guthrie, G. (2019). Real options analysis of climate-change adaptation: investment flexibility and extreme weather events. *Climatic Change* (2019) 156:231–253.

<https://doi.org/10.1007/s10584-019-02529-z>

Kay, J. y M. King. (2021). *Radical Uncertainty – Decision-Making Beyond the Numbers*. New York: W.W. Norton & Company.

Lempert, R. J. (2021). Una guía de DMDU para la planificación del transporte en un escenario de cambio climático. NOTA TÉCNICA IDB - TN - 0 2114. Washington, D.C.: BID.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Una-guia-de-DMDU-para-la-planificacion-del-transporte-en-un-escenario-de-cambio-climatico.pdf>

MindTools. (2020). Decision trees. Choosing by Projecting "Expected Outcomes".

<https://www.mindtools.com/dectree.html>

Morel, B. (2020). *Real Option Analysis and Climate Change: A New Framework for Environmental Policy Analysis* (Springer Climate).

Outsideluke. Sin fecha. Risk Assessment - SPE Model.

<https://outsideluke.files.wordpress.com/2015/05/sar-tri-fold-risk-assessment.pdf>

Parmigiana, G. y L. Inoue. (2009). *Decision Theory – Principles and Applications*. Wiley Series in Probability and Statistics.

Peterson. M. (2017). *An Introduction to Decision Theory*. Cambridge Introductions to Philosophy.

Pindyck, R. S. (2021A). *Climate Future: Averting and Adapting to Climate Change*. Será publicado por Oxford University Press. El archivo del borrador final está disponible en la página del autor desde el 18 de septiembre de 2021 en:

http://web.mit.edu/rpindyck/www/Papers/ClimateFuture_0921.pdf

Pindyck, R. S. (2021B). What We Know and Don't Know about Climate Change, and Implications for Policy. NBER.

https://www.nber.org/system/files/working_papers/w27304/w27304.pdf

Pindyck, R. S. y N. Wang. (2013). 'The Economic and Policy Consequences of Catastrophes'. *American Economic Journal: Economic Policy* 5: 306-339.

<http://web.mit.edu/rpindyck/www/Papers/PindyckWangAEJPolNov2013.pdf>

Pindyck, R. S. (2008). Tres presentaciones sobre opciones reales.

https://web.mit.edu/rpindyck/www/Courses/RO_P1_Handout%20Slides.pdf

http://web.mit.edu/rpindyck/www/Courses/RO_P2_Hand%20Outs.pdf

https://web.mit.edu/rpindyck/www/Courses/RO_P3_Hand%20Outs.pdf

Sullivan, W. S., E. M. Wicks y G. C. Koelling. (2015). *Engineering Economy*. 16th edition.

<http://powerunit-ju.com/wp-content/uploads/2017/02/Engineering-Economy-16th-Edition-by-William-G.-Sullivan-and-Elin-M.-Wicks.pdf>

Sunstein. C. (2020). 'Maximin'. *Yale Journal on Regulation* 37: 940-979.

<https://digitalcommons.law.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1566&context=yjreg>

UNFCCC. (2024). Artificial Intelligence for Climate Action in Developing Countries: Opportunities, Challenges and Risks.

<https://unfccc.int/ttclear/tec/AI4climate.html#:~:text=Introduces%20the%20challenges%20and%20risks,increase%20risks%20from%20climate%20change>.

WEF. (2024). Tech for Climate Adaptation - Leveraging advanced technology to combat the impacts of climate change.

<https://initiatives.weforum.org/tech-for-climate-adaptation/home>

Weitzman, M. L. y C. Gollier. (2010). 'How Should the Distant Future be Discounted When Discount Rates are Uncertain?' *Economic Letters* 107:350-353.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165176510000868>

Zeckhauser, R. (2006). 'Investing in the Unknown and Unknowable'. *Capitalism and Society*. Vol 1, Issue 2 Article 5.

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2205821