



CURSO (ASIGNATURA)	CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS RECURSOS HÍDRICOS
CODIGO	
CREDITOS	3-0-3
PRE-REQUISITOS	Métodos de Análisis en Ingeniería de Recursos Hídricos – Impactos de la Variabilidad Climática en los Recursos Hídricos.

#### JUSTIFICACIÓN

En el último siglo la temperatura de la superficie de La Tierra se ha visto incrementada en 0.6°C, después de 1976 se ha constatado una aceleración de este calentamiento. Entre 1998 y 2010 se han registrado los años más cálidos sobre la superficie de La Tierra. Esta tendencia al calentamiento del planeta se conoce como Calentamiento Global. La comunidad científica mundial ha puesto en evidencia que estas dramáticas alteraciones del clima tienen como factor de origen las emisiones de gases de efecto invernadero ligadas a la actividad humana. El incremento de la temperatura media de La Tierra trae consigo un fenómeno denominado Cambio Climático Global. Impactos del Cambio Climático han sido bien identificados sobre grandes regiones del globo, sin embargo los impactos a escala regional son, por el momento, mucho más difíciles de identificar. Los impactos que este Cambio Climático traerá en el futuro, constituye uno de los retos más grandes de la comunidad científica mundial. El Perú ha sido identificado como uno de los países más vulnerables frente al Cambio Climático global y los recursos hídricos están fuertemente ligados a las modificaciones en el clima. Por tanto, hoy en día resulta fundamental conocer las bases científicas del Cambio Climático y sus posibles impactos en los recursos hídricos. Del mismo modo, resulta importante, conocer las herramientas actuales para el desarrollo de escenarios climáticos teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre que estos presentan.

#### OBJETIVOS

El presente curso tiene como objetivos:

- Brindar a los estudiantes conocimientos sobre las bases científicas del Cambio Climático Global.
- Conocer las herramientas para la elaboración de escenarios climáticos futuros y sus incertidumbres.
- Comprender y analizar los posibles impactos del cambio climático en los recursos hídricos, teniendo en cuenta los niveles de incertidumbre.
- Fortalecer la investigación científica en las áreas de la variabilidad climática, cambio climático y su relación con los recursos hídricos.

Para el cumplimiento de los objetivos del curso, clases teóricas serán impartidas sobre bases científicas del Cambio Climático y sus impactos, considerando el estado actual del conocimiento científico sobre estos temas. Aulas teórico-prácticas abordarán las herramientas para la elaboración de escenarios climáticos, haciendo un exhaustivo análisis sobre las incertidumbres que éstas presentan en Sudamérica y en el Perú. Talleres prácticos basados en programación científica permitirán a los estudiantes desarrollar

herramientas para evaluar la incertidumbre en los modelos de predicción del clima e identificar impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Proyecciones de escenarios climáticos futuros y su relación con los recursos hídricos serán analizadas. Finalmente estudios de casos serán tratados, lo que permitirá brindar conocimientos sobre la formulación de estudios hidrológicos tomando en cuenta los conceptos y herramientas sobre el cambio climático.

## CONTENIDO ANALÍTICO

### **Semana 1. Presentación del curso.**

Temas de interés de los participantes. Definición de trabajos encargados: Cambio climático y sus impactos en los recursos hídricos.

Debate: Conceptos fundamentales sobre Cambio Climático.

### **Semana 2. Bases científicas del Cambio Climático.**

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). Conceptos y su rol en el desarrollo del conocimiento científico sobre el cambio climático.

El modelaje del clima: Bases físicas de los modelos. El sistema acoplado Oceano-Atmósfera.

### **Semana 3. Modelos de Circulación General (GCMs) y Modelos Regionales de Circulación (RCMs)**

Control de las lecturas encargadas en la semana 1 y 2.

Conceptos sobre Modelos de Circulación General (GCM) y Modelos Regionales de Circulación (RCM).

### **Semana 4. Representación de los Modelos de Circulación General (GCM) del clima medio en América del Sur y en el Perú.**

La variabilidad interanual en los Modelos de Circulación General (GCM) y sus impactos en los recursos hídricos.

Análisis de casos: Modelos de Circulación General (GCM) y el El Niño Oscilación del Sur (ENSO)

### **Semana 5. Representación de los Modelos de Circulación General (GCM) del clima medio en América del Sur y en el Perú.**

La variabilidad estacional en los Modelos de Circulación General (GCM) y sus impactos en los recursos hídricos.

Análisis de casos

### **Semana 6. Representación de los Modelos de Circulación General (GCM) del clima medio en América del Sur y en el Perú.**

La variabilidad intraestacional en los Modelos de Circulación General (GCM) y sus impactos en los recursos hídricos.

Análisis de casos

### **Semana 7.**

Control de lectura 2

Examen Parcial

Debate: Resumen de las semanas 3 a 6. Incertidumbres de los modelos climáticos para representar el clima actual y los impactos en los recursos hídricos.

### **Semana 8. Evaluación de GCMs**

Conceptos sobre técnicas estadísticas utilizadas para la evaluación de Modelos de Circulación General (GCM).

### **Semana 9. Taller.**

Escenarios futuros del clima y sus posibles impactos en los recursos hídricos. La variabilidad interanual y estacional

### **Semana 10. Taller.**

Escenarios futuros del clima y sus posibles impactos en los recursos hídricos. La variabilidad sinóptica e intraestacional

**Semana 11. Downscaling**

Control de lectura 3

Conceptos sobre Downscaling

Downscaling y su utilidad en los recursos hídricos

El futuro del modelado del clima (tendencias y limitaciones)

**Semana 13. Debate.**

El nivel de incertidumbre de los escenarios climáticos futuros.

Toma de decisiones en el futuro de los recursos hídricos.

**Semana 14**

Examen Final

Conclusiones generales e individuales del curso

**Semana 15**

Presentación de trabajos encargados

**Semana 16**

Presentación de trabajos encargados

**CONTENIDO ANALÍTICO: PRACTICAS**

**Semana 2**

Taller: Tratamiento y manipulación de Modelos de Circulación General (GCM) I.

**Semana 3**

Taller: Tratamiento y manipulación de Modelos de Circulación General (GCM) II.

**Semana 4**

Taller: Uso de herramientas estadísticas para el análisis de Modelos de Circulación General (GCM) I.

**Semana 5**

Taller: Uso de herramientas estadísticas para el análisis de Modelos de Circulación General (GCM) II.

**Semana 6**

Métodos neuronales (Cartas Auto-Organizadas o Self Organizing Maps -SOMs-) para la evaluación de incertidumbres en los Modelos de Circulación General (GCM).

**Semana 7**

Taller: Definición de patrones de circulación con los Modelos de Circulación General (GCM) y su relación con las lluvias extremas y temperaturas máximas y mínimas I.

**Semana 8**

Taller: Definición de patrones de circulación con los (GCM) y su relación con las lluvias extremas y temperaturas máximas y mínimas II.

**Semana 9**

Presentación Preliminar de trabajos encargados I.

**Semana 10**

Presentación Preliminar de trabajos encargados II.

**Semana 12**

Técnicas de Downscaling estadístico usando Modelos de Circulación General (GCM) y su utilidad en los recursos hídricos.

Estudio de casos

**Semana 14**

Examen Final

Conclusiones generales e individuales del curso

**Semana 15**

Presentación de trabajos encargados

**Semana 16**

Presentación de trabajos encargados

**SISTEMA DE EVALUACION**

Promedio de controles de lectura: 40%

Examen Parcial: 15%

Examen Final: 15%

Trabajo encargado: 30%

**REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

Badran F, Yacoub M, Thiria S. (2004) Self-organizing maps and unsupervised classification. In: Dreyfus G (ed) Neural networks: methodology and applications. Springer, Berlin.

Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A, Chen A, Gao X, Held I, Jones R, Kolli RK, Kwon W-T, Laprise R, Magaña Rueda V, Mearns L, Menéndez CG, Räisänen J, Rinke A, Sarr A, Whetton P (2007) Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Delworth T. et al. (2006) GFDL's CM2 global coupled climate models – Part 1: Formulation and simulation characteristics. *J Clim.* 19:643–674

Flato GM. (2005) The Third Generation Coupled Global Climate Model (CGCM3) (and included links to the description of the AGCM3 atmospheric model).  
<http://www.cccma.bc.ec.gc.ca/models/cgcm3.shtml>

Gordon HB et al. (2002) The CSIRO Mk3 Climate System Model. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No. 60. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Atmospheric Research. Aspendale, Victoria, Australia. [http://www.cmar.csiro.au/e-print/open/gordon\\_2002a.pdf](http://www.cmar.csiro.au/e-print/open/gordon_2002a.pdf)

Guilyardi E. (2006) El Niño-mean state-seasonal cycle interactions in a multi-model ensemble. *Clim Dyn* 26(4):329–348

Gutierrez JM, Cano R, Cofiño A, Sordo CM. (2004) Redes probabilísticas y neuronales en las ciencias atmosféricas. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. ISBN 84-8329-281-6. 279pp.

Hastenrath, S., (1991) *Climate Dynamics of the Tropics*. Kluwer, Dordrecht. 488 pp.

IPCC (2007) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

- Johns TC. et al. (2006) The new Hadley Centre climate model HadGEM1: Evaluation of coupled simulations. *J Clim* 19:1327–1353
- Knutti R. (2010) The end of model democracy? An editorial Comment. *Climatic Change*. doi:10.1007/s10584-010-9800-2
- Hasumi H. et al. (2004) K-1 coupled GCM (MIRCO) description. K-1 technical report no. 1, 34 pp. Available at <http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/kyosei/hasumi/MIROC/techrepo.pdf>
- Marti O. et al. (2005) The New IPSL Climate System Model: IPSL-CM4. Note du Pôle de Modélisation No. 26. Institut Pierre Simon Laplace des Sciences de l'Environnement Global, Paris. <http://dods.ipsl.jussieu.fr/omamce/IPSLCM4/DocIPSLCM4/FILES/DocIPSLCM4.pdf>
- Min S-K., Legutke S., Hense A., Kwon WT. (2005) Climatology and internal variability in a 1000-year control simulation with the coupled climate model ECHO-G—I. Near-surface temperature, precipitation and mean sea level pressure. *Tellus* 57A:605–621
- Nakicenovic N. et al. (2000) Special Report on Emissions Scenarios. Edited by Nakicenovic N and Swart R. Cambridge Univ Press, New York
- Peixoto JP., Oort AH. (1992) *Physics of climate*. American Institute of Physics, New York, 520 pp.
- Salas-Melia D, Chauvin F, Deque M, Douville H, Gueremy J, Marquet P, Planton S, Royer J, Tyteca S (2005) Description and validation of the CNRM-CM3 global coupled model. CNRM working note 103
- Schmidt GA. et al. (2006) Present day atmospheric simulations using GISS ModelE: Comparison to in-situ, satellite and reanalysis data. *J Clim* 19:153–192. <http://www.giss.nasa.gov/tools/modelE/>
- Wilks DS. (2006) *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 2ed. Department of Earth and Atmospheric Sciences Cornell University. Elsevier editions. San Diego, California. 627pp.
- Yukimoto S et al (2006) Present-day climate and climate sensitivity in the Meteorological Research Institute Coupled GCM, Version 2.3 (MRI-CGCM2.3). *J Meteor Soc Japan* 84:333–363