



## **OG-1221 CLIMATOLOGÍA**

Prof. Dr. Rafael Arce Mesén

Grupo: 01, Horario: J:8:00 pm – 11:00 a.m., Aula y edificio: 202 CS, Créditos: 2

Requisitos o correquisitos: no hay

Horas semanales: 3 horas presenciales + 1 hora gira

Horario de Atención a Estudiantes: J: 11:00 a.m. - 12:00 m.d. + 1h chat

Correo electrónico: rafael.arce@ucr.ac.cr

I Ciclo Lectivo 2018

### **PROGRAMA DEL CURSO**

#### **I. DESCRIPCIÓN:**

La Climatología es una rama común de la Meteorología y de la Geografía Física, la cual se ocupa del estudio del clima y sus variaciones a lo largo del tiempo cronológico. En Meteorología la Climatología investiga las causas y las relaciones físicas entre los diferentes fenómenos climáticos (e.g., brisas, huracanes, tornados, inundaciones, sequía, olas de frío y calor, calentamiento global, cambio climático), en Geografía, la Climatología es una herramienta para entender la relación entre el hombre y su medio físico o ambiental.

La Geografía y la Climatología han estado relacionadas desde sus mismos orígenes, de hecho, Claudio Ptolomeo dedica un tercio de su obra "Geographia" al estudio de la variación global de los climas. Aunque utiliza los mismos parámetros que la Meteorología (ciencia que estudia el tiempo atmosférico), su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, sino estudiar las características climáticas a largo plazo.

El estudio del Clima, de sus regularidades y sus extremos ha tenido gran importancia práctica a través de la historia de las grandes civilizaciones. En la actualidad la necesidad de comprender el clima va en aumento y la Climatología enfrenta retos más complejos, pues intenta establecer escenarios de cambio climático de mediano plazo en un planeta cuyos procesos naturales han sido profundamente alterados por la intervención humana. Al mismo tiempo, la disciplina ha visto ampliados sus horizontes, los cuales se extienden a la comprensión del "clima espacial", más allá de las fronteras de la atmósfera.

El presente programa se ha diseñado para lograr una comprensión básica y práctica de la Climatología, con el objetivo de poder entender los procesos del sistema climático del planeta (la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera, y las interacciones entre ellas) y la influencia mutua en el ser humano. Se estudiará el balance del calor del planeta, los diferentes parámetros meteorológicos, los instrumentos para caracterizar el tiempo y el clima, la circulación general de la atmósfera, masas de aire, las clasificaciones climáticas, los climas del planeta y los cambios climáticos, además se expondrá un análisis particular del clima de Costa Rica.

#### **II. OBJETIVOS:**

Proporcionar los conceptos, metodologías y técnicas básicas sobre el estado del tiempo, el clima, su clasificación, su importancia y relación con el campo de estudio de la Geografía, tanto en tareas docentes como en investigación y planificación.

Al finalizar el curso los y las estudiantes estarán en la capacidad de:

1. Identificar y describir los componentes atmosféricos que determinan o condicionan el clima terrestre.
2. Analizar los elementos, factores e instrumentos medidores del clima.
3. Interpretar los diferentes parámetros del clima a través de análisis numérico de datos climatológicos.
4. Discutir las principales clasificaciones climáticas a nivel mundial y de Costa Rica.
5. Conocer la importancia del cambio climático para el planeta y Costa Rica.

### III. CONTENIDO:

SEMANA	TEMA EN ANÁLISIS	LECTURA OBLIGATORIA
Semana 1 (15 de marzo)	<p><b>Tema 1. Fundamentos físicos y geográficos del clima</b></p> <p>Presentación del Programa del Curso. Organización del trabajo. Motivación. Introducción: Climatología, Meteorología, Tiempo meteorológico ("la meteo"), Clima. Elementos y factores que definen "el clima" y "la meteo". El sistema climático.</p>	<p><b>Obligatorio:</b> Cuadrat &amp; Pita, 2011: 9-17. Ahren &amp; Henson, 2015: 17-29. OMM, 2011: 1.1-1.11.</p> <p><b>Referencia, cursos MetEd:</b> <a href="https://www.meted.ucar.edu/instrumentation/instrumentation_intro/">https://www.meted.ucar.edu/instrumentation/instrumentation_intro/</a> <a href="https://www.meted.ucar.edu/instrumentation/instrumentation_intro/index.htm">https://www.meted.ucar.edu/instrumentation/instrumentation_intro/index.htm</a> <a href="http://www.meted.ucar.edu/radar/basic_wxradar_es/index.htm">http://www.meted.ucar.edu/radar/basic_wxradar_es/index.htm</a></p>
Semana 2 (22 de marzo)	<p><b>Tema 2. Instrumentos de medición.</b></p> <p>Breve reseña histórica. Principios de medición e instrumentación. Procesamiento de la señal electrónica y análoga. Sensores: temperatura, humedad, presión atmosférica, radiación, nubes, precipitación, y electricidad atmosféricas.</p>	<p><b>Obligatorio:</b> Harrison, R. G., 2015: 103-150.</p> <p><b>Recomendado:</b> Harrison, R. G., 2015. Meteorological Measurements and Instrumentation. <a href="http://www.nwclimate.org/guides/meteorological-instrumentation/">http://www.nwclimate.org/guides/meteorological-instrumentation/</a></p>
Semana 3 (29 de marzo)	<p><b>Feriado. Semana Santa.</b></p>	<p>La Tierra desde el espacio: componentes del clima global. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Z4IB8Jt8bSo">https://www.youtube.com/watch?v=Z4IB8Jt8bSo</a></p>
Semana 4 (5 de abril)	<p><b>Tema 3. La atmosfera: composición y estructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturaleza y composición química de la atmósfera</li> <li>- Estructura térmica vertical: las capas atmosféricas</li> <li>- Características e importancia de la troposfera.</li> </ul>	<p><b>Obligatorio:</b> Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 3-13.</p> <p><b>Recomendado:</b> Ledesma, M. 2011: 1-42. Ahren &amp; Henson, 2015: 3-17. Cuadrat &amp; Pita, 2011: 19-39.</p>

<p>Semana 5 (12 de abril)</p>	<p><b>Tema 4. Radiación solar y balance térmico.</b>  - Factores cósmicos, planetarios y geográficos que influyen en el balance de energía de la radiación y el calor.  - La temperatura: definición, distribución geográfica y regímenes térmicos.</p>	<p><b>Obligatorio:</b>  Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 15-65.  <b>Recomendado:</b>  Ahren &amp; Henson, 2015: 30-90, 565-586  Ledesma, M. 2011: 43-78.  Cuadrat &amp; Pita, 2011: 41-87.</p>
<p>Semana 6 (19 de abril)</p>	<p><b>Tema 5. Humedad y estabilidad atmosférica; diagramas termodinámicos.</b>  - La humedad atmosférica y el ciclo hidrológico en la naturaleza.  - Estabilidad y desarrollo de nubes  - Diagramas termodinámicos</p> <p>MetEd: Principios de Convección I. Empuje Hidrostático y CAPE.  MetEd: Principios de Convección II. Uso de Hodógrafos.  MetEd: Dominio del diagrama oblicuo T-logP  MetEd: Dominio del Tefigrama.</p>	<p><b>Obligatorio:</b>  Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 67-105.  <b>Recomendado:</b>  Ahren &amp; Henson, 2015: 92-113; 144-167.  Ledesma, M. 2011: 79-116.  Cuadrat &amp; Pita, 2011: 89-133.</p> <p><a href="https://airs.jpl.nasa.gov/data/skewt">https://airs.jpl.nasa.gov/data/skewt</a>  <a href="https://cloud1.arc.nasa.gov/crystalface/postpresentations.htm">https://cloud1.arc.nasa.gov/crystalface/postpresentations.htm</a>  ! <a href="https://espoarchive.nasa.gov/archive/browse/cr_ave">https://espoarchive.nasa.gov/archive/browse/cr_ave</a></p>
<p>Semana 7 (26 de abril)</p>	<p><b>Tema 6. Condensación, precipitaciones y regímenes pluviométricos.</b>  - Mecanismos y formas de condensación.  - Las precipitaciones: definición, tipos y mecanismos de formación.  - Distribución planetaria de las precipitaciones y regímenes pluviométricos.</p> <p>MetEd: Dominio del Diagrama Oblicuo T log p.  MetEd: Principios de Convección III. Cizallamiento y Tormentas Convectivas.</p>	<p><b>Obligatorio:</b>  Ahren &amp; Henson, 2015: 115-143; 169-197  <b>Recomendado:</b>  Cuadrat &amp; Pita, 2011: 135-191.  Ledesma, M. 2011: 117-162.</p>

Semana 8 (3 de mayo)	<p><b>Tema 7. Dinámica de la atmósfera.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión atmosférica, isobaras, vientos y Ley de Coriolis.</li> </ul> <p>MetEd: <a href="#">Temas de Meteorología Dinámica. La fuerza del gradiente de presión.</a></p>	<p><b>Obligatorio:</b> Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 107-135.</p> <p><b>Recomendado:</b> Ledesma, M. 2011: 163-234. Ahren &amp; Henson, 2015: 199-227. Cuadrat &amp; Pita, 2011: 193-257.</p>
Semana 9 (10 de mayo)	<p><b>I Examen Parcial</b></p>	
Semana 10 (17 de mayo)	<p><b>Tema 8. Circulación atmosférica.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La circulación general de la atmósfera 2-D y 3-D.</li> <li>-Circulación atmosférica planetaria.</li> <li>- Sistemas locales.</li> </ul>	<p><b>Obligatorio:</b> Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 137-158.</p> <p><b>Recomendado:</b> Ledesma, M. 2011: 235-276. Ahren &amp; Henson, 2015: 229-293. Cuadrat &amp; Pita, 2011: 259-295.</p>
Semana 11 (24 de mayo)	<p><b>Tema 9. Masas de aire, frentes y borrascas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición y clasificación de las masas de aire.</li> <li>- Características generales y tipos de frentes.</li> <li>- Ciclones de latitudes medias</li> </ul> <p>MetEd: <a href="#">Identificación Satelital de Estructuras. Ciclogénesis.</a> MetEd: <a href="#">Análisis de Zonas de Deformación.</a> MetEd: <a href="#">Las Corrientes en Chorro.</a> MetEd: <a href="#">Frontogenetical Osculation and Stability.</a></p>	<p><b>Obligatorio:</b> Zúñiga &amp; Crespo, 2015: 159-172.</p> <p><b>Recomendado:</b> Ahren &amp; Henson, 2015: 295-345. Ledesma, M. 2011: 277-302. Cuadrat &amp; Pita, 2011: 297-319.</p>
Semana 12 (31 de mayo)	<p><b>Tema 10. Dinámica de la atmosfera tropical: sistemas sinópticos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos climáticos tropicales.</li> </ul> <p>MetEd: <a href="#">La OMJ, las Ondas Ecuatoriales y la Ciclogénesis Tropical.</a> MetEd: <a href="#">Sistemas Convectivos de Mesoescala Tropicales.</a></p>	<p><b>Obligatorio:</b></p> <p><b>Recomendado:</b> Ahren &amp; Henson, 2015: Cap 14-16. Ledesma, M. 2011: 303-309. Cuadrat &amp; Pita, 2011: 320-336. Hartmann, 2015: 136-150, 155-167.</p>

<p>Semana 13 (7 de junio)</p>	<p><b>Tema 11. Dinámica de la atmósfera tropical: imágenes y diagramas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de mapas e imágenes satelitales</li> <li>- Análisis de diagramas termodinámicos.</li> </ul> <p><a href="#">MetEd: Elementos de Cartografía Meteorológica.</a>  <a href="#">MetEd: Máximos de Vorticidad y Estructuras en Coma.</a>  <a href="#">MetEd: El Ciclo de Vida de la Oscilación de Madden-Julian.</a></p>	<p>MetEd: Identificación Satelital de Estructuras.  MetEd: Principios de Convección II-uso de Hodógrafos.  MetEd: Dominio del Diagrama Oblicuo T log p.  MetEd: Dominio del Tefigrama.</p>
<p>Semana 14 (14 de junio)</p>	<p><b>Tema 9. La estadística del Clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Climatología estadística.</li> <li>- Elaboración de climogramas.</li> </ul> <p><a href="#">MetEd: Introduction to Statistics for Climatology</a>  <a href="#">MetEd: Introduction to Climatology</a>  <a href="#">MetEd: Climate Data Guide</a>  <a href="#">MetEd: Introduction to Climate Models</a></p> <p>MetEd: Climate and Water Resources Management, Part 1: Climate Variability and Change  <a href="#">MetEd: Climate and Water Resources Management, Part 2: General Principles in Integrating Climate Change</a></p>	<p>OMM, 2011: Cap. 4</p>
<p>Semana 15 (21 de junio)</p>	<p><b>Tema 10. Clasificación y distribución de los climas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificaciones climáticas.</li> <li>- Determinación de climas mediante la clasificación de Köppen.</li> <li>-Climas mundiales.</li> <li>- Clima de Costa Rica.</li> </ul> <p>MetEd: <a href="#">Climate variability and change.</a></p>	<p>Cuadrat &amp; Pita, 2011: Cap 9.  Cuadrat &amp; Pita, 2011: Cap 9.  IMN, 2008: Cap. 2-3,</p>

Semana 16 (28 de junio)	<b>Tema 11. Cambio climático y Costa Rica.</b> - Conceptos claves en la ciencia del clima (calentamiento global, efecto invernadero, aerosoles, cambio climático, variabilidad climática natural). - Observación, evidencia, indicadores y atribuciones del cambio climático. -Cambio climático en Costa Rica. MetEd: <a href="#">Models Fundamentals</a> . MetEd: <a href="#">Cambio Climático, cómo encajan las piezas?</a> . MetEd: <a href="#">Introducción al Clima Espacial</a> . MetEd: <a href="#">ENSO and Beyond</a> <b>MetEd: Forecasters' Overview of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea.</b>	Ahren & Henson, 2015: Cap 18. Cuadrat & Pita, 2011: Cap 10. Hartmann, 2015: 26-27, Cap. 8, 11-12. IMN, 2008: Cap 5-6
Semana 17 (5 de julio)	<b>II Examen parcial</b>	
Semana 18 (12 de julio)	<b>Presentación trabajos de investigación</b>	

#### IV. METODOLOGIA DEL CURSO:

*Aparte de lo descrito abajo, es importante señalar en primera instancia que este curso se apoya en la plataforma de mediación virtual con una intensidad de uso "bajo virtual". La plataforma de mediación se utilizará para: a) Distribuir los documentos de lectura obligatoria o recomendada, b) Crear foros de discusión, c) Crear enlaces para la entrega de informes, reportes, tareas, etc., d) mensajería, e) distribuir enlaces a videos documentales.*

El alcance de los objetivos del curso se realizará por medio de:

1. Clases teóricas: serán magistrales, con el apoyo de material gráfico y audiovisual. La dinámica de las clases teóricas será lo más participativa posible. Como parte de las tareas se asignarán lecturas específicas de la página MetEd ([https://www.meted.ucar.edu/index\\_es.php](https://www.meted.ucar.edu/index_es.php)), que incluyen un cuestionario que el estudiante resuelve en línea.

2. Clases prácticas: tiene por objeto familiarizarse con las técnicas de análisis climatológico, tal como puede presentarse en la vida profesional. Las prácticas se realizarán en los laboratorios y consisten en la representación-interpretación gráfica de datos climatológicos, análisis de series de tiempo, cálculo de estadísticos básicos (frecuencia, media, moda, histogramas, varianza, desviación estándar, anomalía), construcción e interpretación de climogramas y determinación de tipos de clima a partir de dichas series.

3. Investigación: consiste en la elaboración y presentación de un trabajo final, original, basado en el análisis de las condiciones meteorológicas locales durante una semana, utilizando datos de una estación del IMN o de

otras institución de la región Centroamericana o Caribe, y datos regionales. Trabajo a ser realizado en grupos de 2 a 3 estudiantes.

4. Actividades complementarias: consiste en la visita a una región climática o cuenca hidrológica para estudiar su tiempo, clima, variabilidad y cambio climático.

## **V. TRABAJO DE CAMPO:**

En el contexto de este curso, se entiende como trabajo de campo a las actividades prácticas dentro y fuera del aula que complementan los objetivos contemplados en este Programa. Una parte de este trabajo de campo se realiza en un entorno próximo al estudiante (el aula, su casa, biblioteca). La otra parte se puede desarrollar en un sitio relativamente más alejado, es decir, en forma de una gira de campo. La Gira que se propone en este curso tiene el objetivo no solamente de analizar aspectos del tiempo y clima en una determinada zona geográfica (región climática, cuenca hidrológica, parque nacional) sino también -y quizá más importante- que el y la estudiante amplíen el conocimiento sobre la problemática ambiental que vive el país en relación con el cambio climático, tomando consciencia de cómo el ser humano ha sido en gran medida responsable de dicho cambio, pero que sin embargo se ha planteado medidas futuras para enfrentarse a los impactos negativos y positivos que producirá el cambio climático. Conforme a lo anterior la gira de campo de este curso consiste en una visita al cantón de Bagaces (Guanacaste) para conocer un proyecto de generación eólica, como ejemplo de una medida de mitigación y adaptación al cambio climático.

## **VI. EVALUACION**

El curso se evaluará mediante el siguiente mecanismo:

- a. Dos exámenes parciales (20% cada uno).
- b. Tareas y lecturas (MetEd) (35%).
- c. Participación e informe de gira (10%).
- d. Trabajo investigación y presentación de resultados (15%).

Las lecturas y tareas consistirán en la realización de (1) módulos temáticos de la página MetEd ([https://www.meted.ucar.edu/index\\_es.php](https://www.meted.ucar.edu/index_es.php)), (2) elaboración de climogramas, análisis estadísticos y determinación de climas por medio de la clasificación de Koppen. Es obligatorio asistir y participar en la gira de campo, así mismo rendir un informe cuyo contenido se explicará en clases. En cuanto al trabajo de investigación, se deberá hacer una presentación magistral con el material audiovisual adecuado y presentar un informe escrito; en ambos casos se darán más detalles en clase de los rubros a calificar.

## **VII. NORMATIVA DE INTERÉS**

Ante cualquier situación relativa al curso, converse primero con el profesor. Si no obtiene la respuesta esperada y justa, use para comunicar su inquietud [geografia@ucr.ac.cr](mailto:geografia@ucr.ac.cr), o bien, a la directora de Escuela: [isabel.avendano@ucr.ac.cr](mailto:isabel.avendano@ucr.ac.cr).

El Reglamento de Régimen Disciplinario del Personal Académico establece mecanismos para resolver situaciones que afectan la excelencia en el ejercicio de la labor académica y en el desarrollo armonioso de los procesos institucionales.

El Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la UCR regula la disciplina del estudiantado en TODOS los recintos de la Institución y en aquellas acciones u omisiones que, aunque se produzcan fuera de las

instalaciones que comprometan la buena marcha o el buen nombre de la Universidad de Costa Rica. Se establecen faltas, sanciones y procedimientos.

El Reglamento de Régimen Académico Estudiantil rige los procedimientos relacionados con la evaluación y orientación académica de las diversas categorías de estudiantes de la UCR. Incluye la orientación académica en cualquier época del año, las pruebas de reposición y pruebas opcionales, las necesidades educativas especiales, la igualdad y la equiparación de oportunidades, las funciones y deberes del profesor consejero, qué es un plan de estudios, la administración de los cursos, las normas de evaluación, las calificaciones e informes finales, el rendimiento académico del estudiantado, la orientación en matrícula, etc.

El Reglamento de la Universidad de Costa Rica en contra del Hostigamiento Sexual cubre a hombres y mujeres (docentes, administrativos y estudiantes). Esta norma está para proteger la dignidad de la persona en sus relaciones y garantiza un clima académico fundamentado en el respeto a la libertad, el trabajo, la igualdad, la equidad, el respeto mutuo y que conduzca al desarrollo intelectual, profesional y social, libre de cualquier forma de discriminación y violencia. Las denuncias se interponen ante la Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual, que, con total confidencialidad, da seguimiento a los casos y consultas en esta materia.

El Reglamento del Servicio de Transportes que es aplicable a los miembros de la comunidad universitaria que en sus labores o actividades académicas, usen o controlen los recursos de transporte de la Universidad de Costa Rica. También se cuenta con la Normativa para salidas de campo de la Escuela de Geografía.

Para casos de emergencias, comunicarse al teléfono: 2511-4911

## **VIII. BIBLIOGRAFIA BASICA:**

### **OBLIGATORIA**

1. Ahrens, C.D., R. Henson, 2015. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. 11<sup>th</sup> edition, Cengage Learning, Boston, MA, USA, 656 pag.
2. Cuadrat, J. y F. Pita, 2011. *Climatología*. 6<sup>a</sup> edición. Editorial Cátedra, Madrid (España), 496 pag.
3. Hartmann, D., 2015. *Global Physical Climatology*. Second edition, Elsevier Science, London, 450 pag.
4. Instituto Meteorológico Nacional (IMN), 2008. *Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), San José, Costa Rica, 75 pag. Ref.: [http://www.cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos/mod-1/Documentos/el\\_clima\\_variabilidad\\_y\\_cambio\\_climatico\\_en\\_cr\\_version\\_final.pdf](http://www.cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos/mod-1/Documentos/el_clima_variabilidad_y_cambio_climatico_en_cr_version_final.pdf)
5. Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011. *Guía de prácticas climatológicas*. OMM-N.100, Ginebra, Suiza.

### **COMPLEMENTARIA**

6. Gil, A. y J. Olcina, 2008. *Climatología Básica*. Editorial Ariel, España.
7. Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2013. *Cambio Climático 2013: Las Bases Científicas*. Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Quinto Reporte de Evaluación del IPCC [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
8. Smithson, P., K. Addison & K. Atkinson, 2008. *Fundamentals of the physical environment*. 4<sup>rd</sup> edition. Routledge, New York, NY, USA, 792 pp.
9. Wilks, D., 2006. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Second Edition. Elsevier Academic Press. Oxford, UK. 627 pp.