**PROGRAMA DEL CURSO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Código | Nombre | | | |
| CI71C | **Análisis Hidrológico y Evaluación de Recursos Hídricos** | | | |
| Nombre en inglés | | | | |
| **Hydrological Analysis and Evaluation of Water Resources** | | | | |
| SCT | Unidades Docentes | Horas de cátedra | Horas de Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
| 6 | 10 | 3,0 | 2,0 | 5,0 |
| Carácter del Curso | | Carácter del Curso | | |
| CI5101 Hidrología | | Electivo para el título profesional de Ingeniero Civil, mención Hidráulica, Sanitaria y Ambiental.  Electivo para el programa de Magíster en Cs. de la Ing. mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico | | |
| Resultados de Aprendizaje | | | | |
| Proporcionar al alumno herramientas avanzadas que le permitan (i) enfrentar el diseño de obras de infraestructura relacionadas con el recurso agua y (ii) el pronóstico de caudales en el corto y mediano plazo para la gestión del recurso. Se promoverá el uso de lenguajes de programación, en particular (R). | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| Metodología Docente | Evaluación General |
| El curso se realizará mediante clases expositivas, donde se explicarán los contenidos, enfatizando el aprendizaje activo a través de estudio de casos y ABP. Se contemplan clases auxiliares enfocadas a ayudar al alumno en el desarrollo de las tareas individuales. Se incluye un trabajo grupal de carácter semestral donde se implemente lo aprendido por el estudiante. | Los aprendizajes del curso se medirán a través de tareas individuales, controles de lectura y un trabajo semestral:   * 4 tareas de carácter obligatorio y personal que involucran el manejo de R. La nota de tareas (NT) se obtiene como el promedio simple de las 4 tareas individuales. * 5 controles de lectura sobre artículos científicos de interés relacionados con las 5 unidades temáticas del curso. La nota de los controles de lectura (NCL) se obtiene como el promedio simple de los 5 controles. * Un trabajo semestral, cuya evaluación se considera como nota de examen del curso (NE).   Para aprobar el curso, se requiere que NT y NE sean mayores o iguales a 4,0. El promedio del curso (NF) se obtiene mediante la siguiente ponderación:  NF = 0,40NT + 0,2NCL + 0,4NE |

**Unidades Temáticas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 1 | Introducción | | 0,5 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| * 1. Generalidades   2. Objetivos   3. Revisión de Procesos Hidrológicos   4. Importancia de métodos estadísticos en Hidrología | | Al final de esta unidad el estudiante entenderá la importancia de la hidrología y su aplicación en el mundo de la Ingeniería, así como la evaluación de recursos hídricos mediante el uso de herramientas estadísticas. | | Chow et al., Cap. 1. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 2 | Modelos estadísticos univariados | | 3.5 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| * 1. Modelos lineales   2. Modelos lineales generales (GLM)   3. Modelos no paramétricos   4. Aplicaciones | | En esta unidad se espera que el alumno comprenda, seleccione y aplique las siguientes temáticas:   * Estimar modelos lineales a partir de muestras. * Trasfondo de la estimación de parámetros de un modelo lineal. * Aplicaciones de test de significancia sobre hipótesis. * Estimación de intervalos de confianza. * Métodos para cuantificar la bondad de ajuste de un modelo lineal. * Modelos de estimación no lineal (GLM) y no paramétricos. | | Wilks, Cap. 7.  Hastie, Tibshirani & Friedman, Cap. 3.  Loader, C.: Local regression and likelihood, Springer-Verlag, New  York, 1999. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 3 | Ensembles y verificación probabilística | | 1 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| * 1. Selección de predictores   2. Predicción usando métodos estadísticos tradicionales   3. Predicción de ensembles   4. Verificación de pronósticos   5. Aplicaciones | | En esta unidad se espera que el alumno:   * Comprenda la utilidad de predecir variables físicas mediante simplificaciones de la realidad. * Sea capaz de generar ensembles para pronóstico de variables hidrológicas * Aplique y valide estas temáticas a problemas hidrológicos. | | Wilks, Cap. 7 y 8. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 4 | Métodos Multivariados | | 3 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| * 1. Análisis de componentes principales   2. Descomposición en valores propios (Singular Value Decomposition, SVD)   3. Clustering   4. Principal Components Regression (PCR)   5. Partial Least Squares Regression (PLSR)   6. Aplicaciones | | En esta unidad se espera que el alumno sea capaz de:   * Reducir la dimensión de problemas vía análisis de predictores. * Descomponer predictores de una regresión lineal según sus valores propios. * Generar clasificación mediante regresiones lineales y método bayesiano. * Entender la importancia de una clasificación bajo un enfoque darwiniano. * Entender la relación entre la cantidad de predictores y su influencia en el error de una regresión lineal. * Seleccionar y aplicar estos métodos a problemas reales en hidrología | | Hastie, Tibshirani & Friedman, Cap. 3.  Wilks, Cap. 10 y 15 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 5 | Series de tiempo | | 4 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| * 1. Modelos Estocásticos   2. Series de tiempo hidrológicas   3. Modelos de promedio móvil   4. Modelos ARMA y ARIMA   5. Modelos de función de transferencia   6. Aplicaciones | | En esta unidad se espera que el alumno sea capaz de:   * Comprender la importancia de la estacionareidad en el análisis estadístico. * Generar series de variables hidrológicas pertenecientes al mismo conjunto que la serie observada. * Seleccionar y aplicar modelos estocásticos para modelar series de tiempo de variables hidrológicas * Estimar variables (o flujos) hidrológicas a partir de observaciones meteorológicas o variables de estado. | | Salas, Delleur, Yevjevich & Lane. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas | |
| 6 | Cambio climático y no estacionareidad | | 3 | |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | | Referencias a la Bibliografía |
| 6.1 Selección del período de retorno en un contexto no estacionario  6.2 Análisis de riesgo  6.3 Hietogramas de diseño  6.4 Aplicaciones | | En esta unidad se espera que el alumno sea capaz de:   * Procesar información de GCMs mediante lenguajes de programación. * Estimar precipitación, hietogramas y crecidas de diseño de obras de ingeniería. * Reconocer la no estacionareidad de variables hidrológicas y aplicar, en consecuencia, en el análisis de frecuencias para el diseño de obras hidráulicas. | | Fatorelli y Fernández |

|  |
| --- |
| Bibliografía Sugerida |
| Chow, Maidment & Mays. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Publishing Company. 1987.  Hastie, T., Tibshirani, R. & Friedman, J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction*. Springer, 2008.  Wilks, D. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Elsevier, 2011. |
| Bibliografía Adicional |
| Anderson & Burt. *Hydrological Forecasting*. John Wiley and Sons, 1985.  Bras. *Random Function in Hydrology*. Addison-Wesley Publishing Company, 1985.  Bras. *Hydrology: An Introduction to Hydrologic Science*, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.  Fleming. *Computer Simulation Techniques in Hydrology*. Elsevier, 1975.  Loader, C.: Local regression and likelihood, Springer-Verlag, New York, 1999.  Salas, Delleur, Yevjevich & Lane. *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Water Resources Publications, 1980.  Tucci, C. *Modelos Hidrologicos*. Editora da Universidade, Universidade Federal Rio Grande do Sul, 1998. |