**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, NewYork, 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 estacionario6.2 Análisis de riesgo6.3 Hietogramas de diseño6.4 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. |