

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</p>  <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">PROGRAMA ANALÍTICO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</p> <p style="text-align: center;">HIDROLOGÍA ESTOCÁSTICA</p>	DES:	Ingeniería
	Programa académico	Doctorado en Ingeniería
	Tipo de materia (Obli/Opta):	Optativa
	Clave de la materia:	DI24OP31
	Semestre:	1, 2, 3
	Área en plan de estudios (B, P y E):	G, E
	Total de horas por semana:	4
	<i>Teoría: Presencial o Virtual</i>	2
	<i>Laboratorio o Taller:</i>	0
	<i>Prácticas:</i>	2
	<i>Trabajo extra-clase:</i>	6
	<i>Créditos Totales:</i>	10
	Total de horas semestre (x 16 sem):	160
	Fecha de actualización:	Marzo 2024
<i>Prerrequisito (s):</i>	Ninguno	
DESCRIPCIÓN DEL CURSO		
<p>El curso ofrece un estudio avanzado de las técnicas y métodos utilizados en el análisis de series de tiempo hidrológicas, centrándose en el uso de procesos estocásticos y modelos autorregresivos para entender y predecir fenómenos hidrológicos. A través de una combinación de teoría y aplicaciones prácticas, los estudiantes explorarán conceptos como la estimación de parámetros, la independencia de eventos, y la desagregación de datos, con el objetivo de adquirir las habilidades necesarias para analizar y modelar datos hidrológicos con precisión y fiabilidad.</p>		
COMPETENCIAS A DESARROLLAR		
GESTIÓN DE PROYECTOS		
Coordina y administra de forma responsable, proyectos que atiendan criterios de sustentabilidad y que contribuyan a mejorar la calidad de vida.		
INVESTIGACIÓN		
Desarrolla investigación original, tecnología y/o innovaciones en procesos, servicios o productos que contribuyan a la solución de problemas, mejoren la convivencia, generen oportunidades para el desarrollo sustentable y propicien una mejor calidad de vida.		
GESTIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS		
Esta competencia implica la capacidad para diseñar, desarrollar y gestionar infraestructuras de transporte sostenibles que promuevan la movilidad eficiente, segura y respetuosa con el medio ambiente. Se centra en la planificación, construcción y mantenimiento de sistemas de transporte que minimicen el impacto ambiental y maximicen la accesibilidad y la calidad de vida de las comunidades.		

DOMINIOS	OBJETOS DE ESTUDIO	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA	EVIDENCIAS
<p>Identifica áreas de oportunidad, actores y fuentes de financiamiento, así como los elementos esenciales que garantizan el éxito de proyectos.</p> <p>Identifica las necesidades del contexto global en congruencia con los retos de la sociedad del conocimiento.</p> <p>Asume una actitud ética al procesar la información derivada de los resultados de investigación.</p> <p>Comprender y aplicar modelos de desagregación avanzados en la generación detallada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>Desarrollar estrategias para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.</p>	<p>1. Características de las series de tiempo hidrológicas</p> <p>1.1 Conceptos fundamentales de procesos estocásticos y su aplicación en el análisis de series de tiempo hidrológicas.</p> <p>1.2 Análisis avanzado de las propiedades de las series hidrológicas anuales y periódicas.</p> <p>1.3 Métodos avanzados de estimación de parámetros para modelar series de tiempo hidrológicas.</p> <p>1.4 Evaluación avanzada de la independencia de eventos mediante técnicas de correlograma.</p> <p>1.5 Aplicación avanzada del proceso de normalización de Box-Cox para el ajuste y análisis de datos hidrológicos.</p>	<p>Identificar los procesos estocásticos que influyen en las series de tiempo hidrológicas.</p> <p>Analizar las propiedades de las series hidrológicas anuales y periódicas.</p> <p>Aplicar técnicas de estimación de parámetros en el contexto de series de tiempo hidrológicas.</p> <p>Evaluar la independencia de eventos utilizando el correlograma.</p> <p>Aplicar el proceso de normalización de Box-Cox para mejorar la representación de datos hidrológicos.</p>	<p>Estrategias: Clases magistrales para la exposición teórica de los conceptos fundamentales. Resolución de ejercicios prácticos para aplicar las técnicas de estimación de parámetros y el análisis de series hidrológicas. Estudio de casos reales para contextualizar el análisis de series de tiempo hidrológicas.</p> <p>Secuencias: Introducción a los procesos estocásticos y series de tiempo. Análisis de propiedades de series hidrológicas. Técnicas de estimación de parámetros. Evaluación de independencia de eventos y proceso de normalización.</p> <p>Recursos didácticos: Presentaciones multimedia. Material de lectura complementaria.</p> <p>Software estadístico para análisis de datos.</p>	<p>Plan del proyecto de análisis de series de tiempo hidrológicas, que incluya los objetivos, métodos de análisis propuestos y cronograma de trabajo.</p> <p>Reportes de análisis de series de tiempo hidrológicas, que detallen los resultados obtenidos, las conclusiones derivadas y las recomendaciones para futuras investigaciones.</p> <p>Documento de investigación que aborde un estudio de caso específico, aplicando las técnicas de estimación de parámetros y análisis de series hidrológicas aprendidas en la unidad.</p> <p>Presentación oral o escrita de los resultados de análisis de series de tiempo hidrológicas, incluyendo gráficos, tablas y análisis estadísticos pertinentes.</p>
<p>Administra los recursos del proyecto con criterios de sustentabilidad que contribuyan a mejorar la calidad de vida.</p>	<p>2. Modelos autorregresivos</p> <p>2.1 Modelos autorregresivos (AR) avanzados y</p>	<p>Comprender el funcionamiento de los modelos autorregresivos en el análisis de series de tiempo hidrológicas.</p>	<p>Estrategias: Exposición teórica sobre los conceptos clave de modelos autorregresivos.</p>	<p>Implementación y documentación de modelos autorregresivos en un conjunto de datos hidrológicos,</p>

<p>Propone áreas de oportunidad sobre los procesos y logros del proyecto que contribuyan a implementar mejores prácticas en futuros proyectos.</p> <p>Genera nuevo conocimiento que contribuye a la solución de problemas de su ámbito de desempeño con compromiso ético.</p> <p>Comprender y aplicar modelos de desagregación avanzados en la generación detallada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>Desarrollar estrategias para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.</p>	<p>su aplicación en la modelización de series de tiempo hidrológicas anuales.</p> <p>2.2 Análisis avanzado de los modelos autorregresivos periódicos (PAR) para la representación detallada de patrones estacionales en datos hidrológicos.</p> <p>2.3 Exploración de técnicas avanzadas de modelos autorregresivos multivariados (MAR) para el análisis conjunto y la predicción de múltiples series de tiempo hidrológicas.</p>	<p>Identificar y aplicar modelos autorregresivos anuales y periódicos en la modelización de datos hidrológicos.</p> <p>Utilizar modelos autorregresivos multivariados para capturar la complejidad de las relaciones entre variables hidrológicas.</p>	<p>Ejercicios prácticos para implementar y analizar modelos autorregresivos en datos hidrológicos. Estudio de casos para explorar aplicaciones de modelos autorregresivos en la hidrología.</p> <p>Secuencias: Introducción a los modelos autorregresivos. Modelos autorregresivos anuales y periódicos. Modelos autorregresivos multivariados.</p> <p>Recursos didácticos: Material de lectura avanzada sobre modelos autorregresivos. Ejemplos de aplicación en la industria y la investigación.</p> <p>Software estadístico para análisis de modelos.</p>	<p>incluyendo la selección del modelo adecuado, la estimación de parámetros y la validación del modelo.</p> <p>Comparación de diferentes modelos autorregresivos aplicados a un mismo conjunto de datos, resaltando sus fortalezas y limitaciones en la predicción de variables hidrológicas.</p> <p>Análisis crítico de artículos científicos que empleen modelos autorregresivos en estudios hidrológicos, identificando sus contribuciones y posibles áreas de mejora.</p> <p>Desarrollo de un informe técnico que presente los resultados de la aplicación de modelos autorregresivos en un contexto hidrológico específico, acompañado de discusiones sobre su relevancia y aplicabilidad práctica.</p>
<p>Establece alianzas estratégicas en los procesos de gestión de proyectos.</p> <p>Aplica procesos metodológicos para el</p>	<p>3. Modelos autorregresivos de promedios móviles</p> <p>3.1 Desarrollo de modelos autorregresivos de</p>	<p>Analizar y aplicar modelos autorregresivos de promedios móviles en la predicción y modelización de</p>	<p>Estrategias: Lecciones teóricas para comprender los modelos de promedios móviles. Ejercicios prácticos para implementar y</p>	<p>Aplicación de modelos ARMA en un conjunto de datos hidrológicos para la predicción de variables de interés, con énfasis</p>

<p>desarrollo de investigación o intervención, en congruencia con el planteamiento y objetivos del proyecto a abordar.</p> <p>Manifiesta capacidad de innovar y creatividad al producir soluciones apropiadas para los contextos en los que se desenvuelve.</p> <p>Comprender y aplicar modelos de desagregación avanzados en la generación detallada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>Desarrollar estrategias para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.</p>	<p>promedios móviles (ARMA) avanzados para la predicción de series de tiempo hidrológicas anuales.</p> <p>3.2 Aplicación de modelos autorregresivos de promedios móviles periódicos (PARMA) avanzados en el análisis y la predicción de datos hidrológicos con patrones estacionales.</p> <p>3.3 Exploración de técnicas avanzadas de modelos autorregresivos de promedios móviles multivariados (MARMA) para la predicción conjunta de múltiples variables hidrológicas.</p> <p>3.4 Análisis avanzado de modelos autorregresivos de promedios móviles periódicos multivariados (MPARMA) para la representación precisa de correlaciones temporales y estacionales en datos hidrológicos.</p>	<p>series de tiempo hidrológicas.</p> <p>Utilizar modelos autorregresivos de promedios móviles periódicos para capturar patrones estacionales en datos hidrológicos.</p> <p>Implementar modelos autorregresivos de promedios móviles multivariados para analizar interacciones entre múltiples variables hidrológicas.</p>	<p>evaluar modelos ARMA en datos hidrológicos.</p> <p>Discusiones grupales sobre la interpretación y aplicaciones de modelos ARMA.</p> <p>Secuencias: Conceptos fundamentales de modelos ARMA. Modelos ARMA anuales y periódicos. Modelos ARMA multivariados.</p> <p>Recursos didácticos: Documentación técnica sobre modelos ARMA. Casos de estudio con datos hidrológicos reales.</p> <p>Herramientas de software para análisis de series de tiempo.</p>	<p>en la interpretación de los resultados y la evaluación de la precisión del modelo.</p> <p>Evaluación de la efectividad de modelos ARMA multivariados en la predicción de múltiples variables hidrológicas simultáneamente, mediante análisis comparativos y validación cruzada.</p> <p>Presentación de un informe técnico que documente el proceso de implementación y evaluación de modelos ARMA en un caso de estudio hidrológico real, destacando los hallazgos clave y las implicaciones prácticas.</p> <p>Participación en discusiones grupales sobre aplicaciones y limitaciones de modelos ARMA en la predicción y análisis de series de tiempo hidrológicas, con énfasis en la identificación de áreas de investigación futura.</p>
<p>Genera nuevo conocimiento que contribuye a la solución de problemas de su ámbito de desempeño con compromiso ético.</p>	<p>4. Modelos de desagregación</p> <p>4.1 Desarrollo avanzado de modelos de desagregación para la generación</p>	<p>Comprender el concepto y la importancia de los modelos de desagregación en el análisis de datos hidrológicos.</p>	<p>Estrategias: Presentaciones teóricas sobre modelos de desagregación y su aplicación en hidrología.</p>	<p>Desarrollo de modelos de desagregación básicos y extendidos para la generación de series de tiempo hidrológicas a</p>

<p>Dominio 7: Manifiesta capacidad de innovar y creatividad al producir soluciones apropiadas para los contextos en los que se desenvuelve.</p> <p>Comprender y aplicar modelos de desagregación avanzados en la generación detallada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>Desarrollar estrategias para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.</p>	<p>detaillada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>4.2 Implementación avanzada del modelo básico de desagregación para la generación precisa de datos hidrológicos detallados a partir de datos agregados.</p> <p>4.3 Exploración avanzada del modelo extendido y combinado de desagregación para mejorar la precisión y la fiabilidad en la generación de datos hidrológicos a diferentes escalas.</p>	<p>Aplicar modelos de desagregación básicos, extendidos y combinados para la generación de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales.</p> <p>Evaluar la efectividad y la adecuación de los modelos de desagregación en la representación precisa de procesos hidrológicos.</p>	<p>Ejercicios prácticos para desarrollar y evaluar modelos de desagregación en diferentes contextos. Análisis de estudios de caso para comprender la utilidad y limitaciones de los modelos de desagregación.</p> <p>Secuencias:</p> <p>Introducción a los modelos de desagregación. Modelos de desagregación básicos, extendidos y combinados. Evaluación de la efectividad de los modelos de desagregación.</p> <p>Recursos didácticos: Artículos científicos sobre métodos de desagregación. Bases de datos hidrológicos para ejercicios prácticos.</p> <p>Herramientas de software especializado en modelos de desagregación.</p>	<p>diferentes escalas temporales, con documentación detallada de los métodos utilizados y los resultados obtenidos.</p> <p>Evaluación comparativa de diferentes modelos de desagregación aplicados a un conjunto de datos hidrológicos, analizando su capacidad para capturar patrones de variabilidad temporal y reproducir características hidrológicas clave.</p> <p>Presentación de un informe técnico que resuma los resultados de la aplicación de modelos de desagregación en un contexto hidrológico específico, destacando las implicaciones para la gestión de recursos hídricos y la toma de decisiones.</p>
---	---	--	---	---

FUENTES DE INFORMACIÓN	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES
<p>Libros</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Stochastic Hydrology and its Use in Water Resources Systems Simulation and Optimization" de Rafael L. Bras y Ignacio Rodríguez-Iturbe. • "Hydrology in Practice" de Elizabeth M. Shaw, Keith J. Beven, y Nick A. Chappell. • "Introduction to Time Series and Forecasting" de Peter J. Brockwell y Richard A. Davis. • "Time Series Analysis: Forecasting and Control" de George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins, y Gregory C. Reinsel. <p>Artículos científicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Hydrological Forecasting Uncertainty Assessment: Incoherence of the GLUE methodology" de J. Freer, K. J. Beven, J. Ambroise, et al. • "Simulation of Time Series Models for Hydrological Forecasting" de W. W. Hsieh y T. C. Lin. • "Modeling and forecasting of river flows using artificial neural networks: An application to the Nile River" de M. Elshorbagy y S. Simonovic. • "A review of rainfall-runoff modelling techniques and their applications" de H. V. Gupta, S. Sorooshian, y P. O. Yapo. <p>Revistas especializadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Journal of Hydrology • Water Resources Research • Hydrological Sciences Journal • Journal of Hydrometeorology <p>Bases de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • US Geological Survey (USGS) National Water Information System (NWIS) • European Climate Assessment & Dataset (ECA&D) • National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Reanalysis Data 	<p>Exámenes escritos (30%): Exámenes parciales que cubran los conceptos fundamentales de procesos estocásticos, análisis de series de tiempo hidrológicas y modelos autorregresivos. Examen final que integre todos los temas del curso.</p> <p>Trabajos prácticos (20%): Realización y presentación de análisis avanzados de series hidrológicas utilizando métodos de estimación de parámetros y técnicas de correlograma. Aplicación de modelos autorregresivos y de promedios móviles a conjuntos de datos hidrológicos reales.</p> <p>Proyectos individuales o grupales (25%): Desarrollo de un proyecto de investigación que aplique modelos de desagregación para la generación detallada de series de tiempo hidrológicas a diferentes escalas temporales. Presentación de resultados y conclusiones en forma de informe técnico y/o presentación oral.</p> <p>Participación en clase y discusiones (10%): Participación activa en discusiones en clase sobre los temas abordados en las unidades. Presentación de preguntas, reflexiones o comentarios sobre lecturas asignadas o casos de estudio.</p> <p>Evaluación continua (15%): Evaluación de la asistencia y puntualidad en las clases. Evaluación del cumplimiento de plazos para la entrega de trabajos y proyectos. Evaluación del progreso y participación en el desarrollo de habilidades y competencias durante el curso.</p>

<p>Sitios web y portales especializados</p> <ul style="list-style-type: none"> • National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) - Water Resources • Hydrology Section of the American Geophysical Union (AGU) • International Association of Hydrological Sciences (IAHS) • World Meteorological Organization (WMO) - Hydrology and Water Resources Programme 	
---	--

Cronograma del avance programático

Objetos de aprendizaje	Semanas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Características de las series de tiempo hidrológicas																	
2. Modelos autorregresivos																	
3. Modelos autorregresivos de promedios móviles																	
4. Modelos de desagregación																	