

INFORMACIÓN DE LA ASIGNATURA							
Facultad	Facultad de Ciencias Ambientales e Ingeniería						
Área o Unidad Académica responsable		Procesos y Productos sostenibles					
Nombre de la asignatura		-Métodos y Modelos					
Código de la asignatura	009092		Grupo	-		Periodo académico	2025-1
Lugar (aulas y/o enlace sala sincrónica)			Intensidad horaria de trabajo autónomo semanal			10	
Intensidad horaria de trabajo presencial semanal	10		Intensidad horaria de trabajo presencial total del periodo			36	
Horario y lugar de atención de monitorías (si aplica)			-				
Actividad académica		-Clase teórica					

INFORMACIÓN DEL PROFESOR			
Nombre del profesor	Karen Ballesteros González	Correo electrónico	karen.ballesterosg@utadeo.edu.co
Horario y lugar de atención de tutorías (Si aplica)	-		
Resumen de trayectoria académica y profesional	<p>Soy Ingeniera Industrial con Maestría en Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental y Doctora en Ciencias de la Ingeniería, con énfasis en Modelación atmosférica y calidad del aire. Mi experiencia profesional ha estado enfocada en la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos para el análisis ambiental, en especial en temas relacionados con la calidad del aire, la modelación atmosférica y la gestión sostenible del territorio.</p> <p>Durante mi formación de maestría desarrollé un proyecto de investigación centrado en la modelación ambiental aplicada a estrategias de reforestación para el control de la erosión. Posteriormente, en el doctorado, profundicé en el uso de herramientas de simulación y modelación para el análisis de la calidad del aire, integrando modelos físicos y datos observacionales.</p> <p>Actualmente, trabajo en la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, donde lidero procesos de modelación meteorológica con WRF para fortalecer los pronósticos ambientales y su integración con los modelos de calidad del aire. También tengo experiencia docente en la enseñanza de métodos y modelos aplicados a problemáticas ambientales, con un enfoque práctico y orientado a la solución de problemas reales.</p>		

CONTENIDO
Presentación de la asignatura
Este curso ofrece una introducción integral al uso de métodos y modelos matemáticos y estadísticos para la comprensión, representación y análisis de fenómenos complejos en diversas disciplinas. A través de una combinación

de conceptos teóricos y ejercicios prácticos, los estudiantes desarrollarán habilidades para formular, estructurar y evaluar modelos que permitan interpretar datos, simular escenarios y apoyar la toma de decisiones.

El enfoque del curso es interdisciplinario y aplicado, con énfasis en el razonamiento lógico, el uso de herramientas computacionales (principalmente en Python) y la resolución de problemas reales. Se abordarán temas como la modelación determinista y estocástica, la calibración y validación de modelos, la representación gráfica de resultados, y la interpretación crítica de salidas de modelos.

Este espacio está diseñado para fomentar el pensamiento analítico, la creatividad y la rigurosidad científica en el uso de modelos como herramientas clave para la investigación, la gestión y la innovación.

Objetivos de aprendizaje de la asignatura

- Formular modelos matemáticos y estadísticos que representen adecuadamente procesos o fenómenos complejos en contextos interdisciplinarios, a partir de supuestos y estructuras conceptuales bien definidas.
- Evaluar el ajuste y la validez de los modelos mediante procesos de calibración, validación cruzada y análisis de sensibilidad e incertidumbre.
- Interpretar críticamente los resultados obtenidos a partir de modelos, reconociendo sus alcances, limitaciones y posibles implicaciones en la toma de decisiones o en la generación de conocimiento.
- Integrar métodos y modelos en proyectos de investigación aplicada, desarrollando propuestas que respondan a problemáticas reales en el ámbito ambiental, social, económico o tecnológico.
- Desarrollar e implementar modelos computacionales utilizando herramientas de programación y análisis numérico, con énfasis en la estructuración de datos, simulación de escenarios y visualización de resultados.

Resultado(s) de aprendizaje

- Diseñar modelos matemáticos y estadísticos para representar procesos complejos, formulando supuestos adecuados y estructuras coherentes con el fenómeno de estudio.
- Seleccionar y aplicar métodos computacionales apropiados para la resolución e implementación de modelos, utilizando lenguajes de programación o software especializados según las necesidades del problema.
- Evaluar la calidad y validez de un modelo mediante indicadores de ajuste, análisis de sensibilidad y validación con datos observacionales o experimentales.
- Comunicar de manera clara y rigurosa los resultados obtenidos, utilizando representaciones gráficas, visualizaciones interactivas y lenguaje técnico adecuado para audiencias académicas o técnicas.
- Integrar los métodos y modelos abordados en el curso en un proyecto de investigación o caso de estudio, evidenciando pensamiento crítico, autonomía y capacidad de resolución de problemas reales.

Contenidos temáticos

1. e
2. **Modelos Matemáticos Clásicos**
 - a. Diferencias entre modelos determinísticos y estocásticos
 - b. **Modelos Determinísticos**
 - i. Ecuaciones diferenciales (Ej. crecimiento poblacional de Malthus)
 - ii. Modelos de optimización (Ej. programación lineal para maximizar beneficios, modelo de transporte)
 - c. **Modelos Estocásticos - Probabilísticos**
 - i. Cadenas de Markov (Ej. predicción de estados en sistemas dinámicos)

- ii. Modelos de Monte Carlo (Ej. simulación de precios en mercados financieros; Procesos de colas en redes de telecomunicaciones)
- 3. **Modelos Basados en Datos**
 - a. Pre-procesamiento de datos (limpieza, transformación, detección de valores atípicos)
 - b. Análisis Exploratorio de Datos
 - i. Métodos gráficos
 - ii. Estimadores Muestrales
 - c. Modelos de Probabilidad
 - i. Distribuciones de variables Discretas
 - ii. Distribuciones de variables Continuas
 - iii. Verificación de ajuste de modelos de probabilidad
 - iv. Gráficas Q-Q plots
 - v. Pruebas de hipótesis
 - d. Modelos Estadísticos
 - i. Regresión lineal y no lineal (Ej. predicción de tendencias)
 - ii. Análisis de series temporales (Ej. modelos para pronóstico de demanda)
 - iii. Modelos de Aprendizaje Automático (Machine Learning)
 - 1. Clustering (K-Means, DBSCAN, Hierarchical) (Ej. segmentación de clientes)
- 4. **Simulación de Dinámica de Sistemas**
 - a. Modelos de Cambio climático (Ej. Huella de carbono; huella hídrica)
 - b. Modelos de tráfico urbano (simulación de movilidad)
- 5. **Proyecto Práctico:** Desarrollar un modelo predictivo que estime la huella de carbono de una cadena de suministro, utilizando algoritmos de regresión y análisis de series temporales para identificar patrones y proponer mejoras sostenibles.

Lineamientos del curso

-

Actividades de aprendizaje y cronograma

	Fecha	Hora	Tema	Actividad de Aprendizaje
1	11-Apr	5pm a 10pm	1. Introducción a Modelado y Simulación 2. Conceptos fundamentales 3. Variable, Modelo, Sistema y Simulación 4. Marco formal para el modelado y la simulación 5. Clasificación de los Modelos y Tipos de Modelado 6. Aplicaciones de Modelado <ul style="list-style-type: none"> - Introducción al uso de Google Colaboratory para el manejo de Python 	Sesiones 1 y 2 Actividad de aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> • Discusión guiada sobre el rol de los modelos en diferentes disciplinas.

2	12-Apr	7am a 12m	7. Modelos Matemáticos Clásicos <ol style="list-style-type: none"> Diferencias entre modelos determinísticos y estocásticos Modelos Determinísticos <ol style="list-style-type: none"> Ecuaciones diferenciales (Ej. crecimiento poblacional de Malthus) Modelos de optimización (Ej. programación lineal para maximizar beneficios, modelo de transporte) 	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio en clase: identificación y clasificación de modelos a partir de estudios de caso. Exploración práctica de Google Colab: primeros pasos con Python. Implementación básica de modelos determinísticos con ecuaciones diferenciales y programación lineal.
3	25-Apr	5pm a 10pm	<ol style="list-style-type: none"> Modelos Estocásticos - Probabilísticos <ol style="list-style-type: none"> Cadenas de Markov (Ej. predicción de estados en sistemas dinámicos) Modelos de Monte Carlo (Ej. simulación de precios en mercados financieros; Procesos de colas en redes de telecomunicaciones) 	Sesiones 3 y 4 Actividad de aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> Ejercicio en clase con cadenas de Markov: simulación de estados futuros. Simulación Monte Carlo en Colab: diseño e interpretación de experimentos. Taller guiado sobre preprocesamiento y análisis exploratorio de datos reales. Ejercicios prácticos de identificación de distribuciones de probabilidad y ajuste de modelos.
4	26-Apr	7am a 12m	8. Modelos Basados en Datos <ol style="list-style-type: none"> Pre-procesamiento de datos (limpieza, transformación, detección de valores atípicos) Análisis Exploratorio de Datos <ol style="list-style-type: none"> Métodos gráficos Estimadores Muestrales Modelos de Probabilidad <ol style="list-style-type: none"> Distribuciones de variables Discretas Distribuciones de variables Continuas Verificación de ajuste de modelos de probabilidad Gráficas Q-Q plots Pruebas de hipótesis 	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio en clase con cadenas de Markov: simulación de estados futuros. Simulación Monte Carlo en Colab: diseño e interpretación de experimentos. Taller guiado sobre preprocesamiento y análisis exploratorio de datos reales. Ejercicios prácticos de identificación de distribuciones de probabilidad y ajuste de modelos.
5	2-May	5pm a 10pm	<ol style="list-style-type: none"> Modelos Estadísticos <ol style="list-style-type: none"> Regresión lineal y no lineal (Ej. predicción de tendencias) Análisis de series temporales (Ej. modelos para pronóstico de demanda) Modelos de Aprendizaje Automático (Machine Learning) <ol style="list-style-type: none"> Clustering (K-Means, DBSCAN, Hierarchical) (Ej. segmentación de clientes) 	Sesiones 5 y 6 Actividad de aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> Ejercicios de regresión lineal y análisis de residuos. Taller práctico sobre series temporales: componentes, ajuste y predicción. Exploración de algoritmos de agrupamiento en datasets reales. Introducción a la simulación de dinámica de sistemas con casos de cambio climático o movilidad urbana.
6	3-May	7am a 12m	9. Simulación de Dinámica de Sistemas <ol style="list-style-type: none"> Modelos de Cambio climático (Ej. Huella de carbono; huella hídrica) Modelos de tráfico urbano (simulación de movilidad) 	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio en clase: identificación y clasificación de modelos a partir de estudios de caso. Exploración práctica de Google Colab: primeros pasos con Python. Implementación básica de modelos determinísticos con ecuaciones diferenciales y programación lineal.

7	9-May	5pm a 10pm	10. Presentación de Proyecto Práctico: Desarrollar un modelo predictivo que estime la huella de carbono de una cadena de suministro de un producto, utilizando algoritmos de regresión y análisis de series temporales para identificar patrones y proponer mejoras sostenibles.	Sesión 7 Actividad final: <ul style="list-style-type: none"> • Presentación del proyecto práctico final por equipos o individual: • Modelar la huella de carbono de una cadena de suministro usando regresión y análisis de series. • Debe incluir análisis de datos, justificación del enfoque, simulación, validación y recomendaciones sostenibles. • Rúbrica: claridad conceptual, solidez metodológica, calidad del código, visualización y reflexión crítica.
---	-------	------------	---	--

Actividades de evaluación y cronograma (importante guía de diligenciamiento)

El curso contempla actividades de evaluación prácticas y formativas, diseñadas para afianzar los conocimientos teóricos y aplicados. La evaluación se distribuye en tres talleres aplicativos y un proyecto final, desarrollados de manera progresiva en bloques de dos sesiones. A continuación, se presenta el cronograma de entrega:

Actividad	Descripción	Fecha de entrega	Peso (%)
Taller 1	Implementación de un modelo determinístico (ecuaciones diferenciales o programación lineal) aplicado a un caso real.	25 de abril (Sesión 3)	20%
Taller 2	Aplicación de un modelo estocástico (Markov o Monte Carlo) y análisis exploratorio de datos con ajuste probabilístico.	2 de mayo (Sesión 5)	20%
Taller 3	Desarrollo de un modelo predictivo o de simulación con técnicas estadísticas o dinámica de sistemas.	9 de mayo (Sesión 7)	20%
Proyecto Final	Diseño, implementación y presentación de un modelo predictivo aplicado a la huella de carbono en una cadena de suministro. Debe incluir análisis de datos, modelado y recomendaciones.	9 de mayo (Sesión 7)	40%

Bibliografía básica y complementaria

- Ahlswede, R. (2018). Combinatorial Methods and Models. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8557-0>
- Bai, Q., Ren, F., Zhang, M., Ito, T., & Tang, X. (2017). Smart Modeling and Simulation for Complex Systems: Applications and Approaches. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53139-7>
- Berry, S., Lowndes, V., & Trovati, M. (2017). Guide to Computational Modelling for Decision Processes: Theory, Algorithms, Techniques and Applications. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55417-4>

- Fischer, M. M., & Wang, J. (2011). Spatial Data Analysis: Models, Methods and Techniques. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21720-3>
- Garcia Sanchez, J. M. (2021). Methods and Models in Mathematical Programming. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-27045-2>
- Garcia Sanchez, J. M. (2021). Modelling in Mathematical Programming. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57250-1>
- Gianni, D. (2018). Modeling and Simulation in the Systems Engineering Life Cycle: Applications and Management. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5634-5>
- Götze, U., Northcott, D., & Schuster, P. (2008). Investment Appraisal: Methods and Models. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-39969-8>
- Hart, W. E., Laird, C., Watson, J.-P., & Woodruff, D. L. (2012). Pyomo – Optimization Modeling in Python. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3226-5>
- Jones, C. B. (2019). Understanding Programming Languages. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59257-8>
- Klee, H. (2018). Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-18869-6>
- Kolaczyk, E. D. (2009). Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-88146-1>
- Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). Applied Predictive Modeling. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6849-3>
- Mohamed, K. S. (2022). New Frontiers in Cryptography: Theory and Practice. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-3424-7>
- Monti, A. (2010). Power System Modelling and Scripting. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13669-6>
- Pandit, S., & Singh, G. (2017). Spectrum Sharing in Cognitive Radio Networks: Modeling, Analysis and Design. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2045-2>
- Sangaiah, A. K., Abraham, A., Siarry, P., & Sheng, M. (2017). Intelligent Decision Support Systems for Sustainable Computing. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1841-1>
- Zhou, J., & Li, F. (2020). Game Theory for Wireless Communications and Networking. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4728-7>

Recursos de apoyo para el aprendizaje (software, tipología de aula, salidas de campo)

Software y herramientas digitales:

- Google Colaboratory: para la implementación práctica de modelos computacionales usando Python.
- Python (bibliotecas como NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn): para simulación, análisis de datos y visualización.
- GitHub: repositorio oficial del curso donde se publicarán los notebooks, presentaciones, lecturas complementarias y material de apoyo. Los estudiantes también podrán usar GitHub para documentar sus proyectos finales. <https://github.com/kballesterosg/Curso-de-M-todos-y-Modelos-en-Ingenier-a>

Tipología de aula:

- Aula tipo teórico-práctico con acceso a Internet.
- Recomendable que cada estudiante disponga de un equipo portátil durante las sesiones para el desarrollo de ejercicios y talleres.

Otros recursos:

- Lecturas complementarias en formato digital (artículos científicos, capítulos de libro).
- Casos de estudio reales para el desarrollo de los talleres.
- Bases de datos abiertas para prácticas con datos reales (e.g., IDEAM, DANE, Kaggle, World Bank, entre otros).