

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			
<b>Nombre del profesor</b>	Karen Ballesteros González	<b>Correo electrónico</b>	karen.ballesterosg@utadeo.edu.co
<b>Horario y lugar de atención de tutorías (Si aplica)</b>	-		
<b>Resumen de trayectoria académica y profesional</b>	<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
<b>Presentación de la asignatura</b>
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. 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**
  - a. Introducción al uso de Google Colaboratory para el manejo de Python
- 7. 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)
- 8. **Modelos Basados en Datos**
  - d. Pre-procesamiento de datos (limpieza, transformación, detección de valores atípicos)
  - e. Análisis Exploratorio de Datos
    - i. Métodos gráficos
    - ii. Estimadores Muestrales
  - f. 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
  - g. 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)
- 9. **Simulación de Dinámica de Sistemas**
  - h. Modelos de Cambio climático (Ej. Huella de carbono; huella hídrica)
  - i. Modelos de tráfico urbano (simulación de movilidad)
- 10. **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	Sesiones 1 y 2  Actividad de aprendizaje:

			5. Clasificación de los Modelos y Tipos de Modelado 6. <b>Aplicaciones de Modelado</b> - <b>Introducción al uso de Google Colaboratory para el manejo de Python</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discusión guiada sobre el rol de los modelos en diferentes disciplinas.</li> <li>• Ejercicio en clase: identificación y clasificación de modelos a partir de estudios de caso.</li> </ul>
2	12-Apr	7am a 12m	7. <b>Modelos Matemáticos Clásicos</b> a. Diferencias entre modelos determinísticos y estocásticos b. <b>Modelos Determinísticos</b> i. Ecuaciones diferenciales (Ej. crecimiento poblacional de Malthus) ii. Modelos de optimización (Ej. programación lineal para maximizar beneficios, modelo de transporte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploración práctica de Google Colab: primeros pasos con Python.</li> <li>• Implementación básica de modelos determinísticos con ecuaciones diferenciales y programación lineal.</li> </ul>
3	25-Apr	5pm a 10pm	c. <b>Modelos Estocásticos - Probabilísticos</b> 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)	<b>Sesiones 3 y 4</b>  <b>Actividad de aprendizaje:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicio en clase con cadenas de Markov: simulación de estados futuros.</li> <li>• Simulación Monte Carlo en Colab: diseño e interpretación de experimentos.</li> <li>• Taller guiado sobre preprocesamiento y análisis exploratorio de datos reales.</li> <li>• Ejercicios prácticos de identificación de distribuciones de probabilidad y ajuste de modelos.</li> </ul>
4	26-Apr	7am a 12m	8. <b>Modelos Basados en Datos</b> 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	
5	2-May	5pm a 10pm	d. <b>Modelos Estadísticos</b> 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)	<b>Sesiones 5 y 6</b>  <b>Actividad de aprendizaje:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de regresión lineal y análisis de residuos.</li> <li>• Taller práctico sobre series temporales: componentes, ajuste y predicción.</li> <li>• Exploración de algoritmos de agrupamiento en datasets reales.</li> </ul>

6	3-May	7am a 12m	9. <b>Simulación de Dinámica de Sistemas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Modelos de Cambio climático (Ej. Huella de carbono; huella hídrica)</li> <li>Modelos de tráfico urbano (simulación de movilidad)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la simulación de dinámica de sistemas con casos de cambio climático o movilidad urbana.</li> </ul>
7	9-May	5pm a 10pm	10. <b>Presentación de Proyecto Práctico:</b> 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.	<b>Sesión 7</b>  <b>Actividad final:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación del proyecto práctico final por equipos o individual:</li> <li>Modelar la huella de carbono de una cadena de suministro usando regresión y análisis de series.</li> <li>Debe incluir análisis de datos, justificación del enfoque, simulación, validación y recomendaciones sostenibles.</li> <li>Rúbrica: claridad conceptual, solidez metodológica, calidad del código, visualización y reflexión crítica.</li> </ul>

**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 (%)
<b>Taller 1</b>	Implementación de un modelo determinístico (ecuaciones diferenciales o programación lineal) aplicado a un caso real.	25 de abril (Sesión 3)	20%
<b>Taller 2</b>	Aplicación de un modelo estocástico (Markov o Monte Carlo) y análisis exploratorio de datos con ajuste probabilístico.	2 de mayo (Sesión 5)	20%
<b>Taller 3</b>	Desarrollo de un modelo predictivo o de simulación con técnicas estadísticas o dinámica de sistemas.	9 de mayo (Sesión 7)	20%
<b>Proyecto Final</b>	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).