



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**PROGRAMA DE ACTIVIDAD ACADÉMICA**



Denominación: <b>MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE SISTEMAS TERRESTRES I</b>				
Clave: <b>63618</b> Grupo: <b>2500</b>	Semestre (s): 1	Campo de Conocimiento:		No. Créditos: <b>8</b>
		I Geofísica de la Tierra Sólida	( )	
		II Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota	( x )	
		III Geología	( )	
		IV Ciencias Ambientales y Riesgos	( )	
		V Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias.	( )	
Carácter: Optativa de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
Tipo: <b>Teórico-Práctica</b>		<b>Teoría: 2</b>	<b>Práctica: 2</b>	<b>4</b>
Modalidad: <b>Curso</b>		Duración del programa: <b>Semestral</b>		
<b>Horas al semestre</b>				
64				

<b>Seriación:</b>	Sin seriación ( x )	Obligatoria ( )	Indicativa ( )
Actividad académica antecedente: Ninguna			
Actividad académica subsecuente: Ninguna			
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>			
Familiarizar al estudiante con el planteamiento de los modelos físico y matemáticos más importantes en Ciencias de la Tierra, utilizando una teoría unificada que permite su enseñanza de manera más eficiente. Resolver esos modelos mediante la aplicación de métodos numéricos usando tecnologías de cómputo avanzadas.			

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación axiomática de los modelos básicos	2	2
2	Mecánica de los sistemas continuos clásicos	2	2
3	Mecánica de sistemas continuos no clásicos	2	2
4	Transporte de solutos por un fluido libre	2	2
5	Flujo de un fluido en un medio poroso	4	4
6	Transporte de solutos por un fluido en un medio poroso	4	4
7	Python científico	2	6
8	Métodos numéricos básicos	2	6
9	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias	4	4
10	Solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales	4	4
Total de horas:		28	36
Suma total de horas:		64	

## Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Formulación axiomática de los modelos básicos 1.1. Física microscópica y macroscópica 1.2. Cinemática de los sistemas continuos 1.3. Ecuaciones de balance de propiedades extensivas e intensivas
2	2. Mecánica de los sistemas continuos clásicos 2.1. Conservación de masa 2.2. Balance de momentum lineal 2.3. Balance de momentum angular 2.4. Balance de energía cinética 2.5. Balance de energía cinética 2.6. Balance de energía interna 2.7. Bases para el transporte del calor
3	3. Mecánica de sistemas continuos no clásicos 3.1. Sistemas multifásicos 3.2. Transporte de solutos 3.3. Modelos básicos de la producción petrolera
4	4. Transporte de solutos por un fluido libre 4.1. Ecuación general de transporte de solutos por un fluido libre 4.2. Procesos de transporte: Advección, difusión y generación de masa 4.3. Transporte de solutos con interacciones químicas 4.4. Problemas bien planteados para los modelos de transporte
5	5. Flujo de un fluido en un medio poroso 5.1. Ecuaciones básicas de flujo de un fluido a través de un medio poroso 5.2. El nivel piezométrico y la Ley de Darcy 5.3. El buen planteamiento de problemas de fluidos en medios porosos
6	6. Transporte de solutos por un fluido en un medio poroso 6.1. Procesos de transporte: Advección, difusión y generación de masa 6.2. Ecuaciones diferenciales que gobiernan el transporte de solutos 6.3. Problemas de transporte bien planteados
7	7. Cómputo científico 7.1. Python y su ecosistema 7.2. Instalación con anaconda 7.3. Editores: Jupyter, Ipython, Spyder 7.4. Herramientas numéricas: Numpy 7.5. Herramientas de análisis: Matplotlib
8	8. Métodos numéricos básicos 8.1. Algoritmos y convergencia 8.2. Derivadas e integrales numéricas 8.3. Álgebra lineal básica 8.4. Aproximación de ecuaciones de balance
9	9. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias 9.1. Método de Euler 9.2. Métodos de Taylor de alto orden 9.3. Métodos de Runge-Kutta 9.4. Métodos multipaso
10	10. Solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales 10.1. Diferencias Finitas de primer y segundo orden 10.2. Diferencias Finitas de alto orden 10.3. Métodos explícitos, semi-implícitos e implícitos 10.4. Convergencia, consistencia y estabilidad 10.5. Método de volumen finito en coordenadas Cartesianas

**Bibliografía Básica:**

- [ 1 ] **M. B. Allen, I. Herrera and G.F. Pinder**, (1988): *"Numerical Modeling Science and Engineering"*, John Wiley and Sons.
- [ 2 ] **I. Herrera and G.F. Pinder**, (2012): *"Mathematical Modeling in Science and Engineering: An axiomatic Approach"*, John Wiley & Sons.
- [ 3 ] **R. J. LeVeque**, (2007): *"Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Steady State and Time Dependent Problems"*, SIAM.
- [ 4 ] **H. Versteeg (Author), W. Malalasekera**, (2007): *"An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method"*, 2nd Edition, Pearson Prentice Hall.
- [ 5 ] **R. Burden and J. D. Faires**, (1997): *"Numerical Analysis"*, International Thomson Publishing.
- [ 6 ] **Y. Skiba**, (2005) : *"Métodos y esquemas numéricos: un análisis computacional"* , Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM.
- [ 7 ] **Y. Saad**, (2004): *"Iterative Methods for Sparse Linear Systems"*, Second Edition, SIAM. <http://www-users.cs.umn.edu/~saad/>
- [ 8 ] **H. P. Langtangen**, (2008): *"Python Scripting for Computational Science"*, Springer.
- [ 9 ] **Chen Z., Huan G. and Ma Y.**, 2006, *Computational Methods for Multiphase Flows in Porous Media*, SIAM. 549 p.
- [ 10 ] **Herrera, I. & Herrera G.** *"Unified Formulation on Enhanced Oil-Recovery Methods"*, *Geofísica Internacional* **50** (1) pp., 85-98 2011.

**Bibliografía Complementaria:**

- [ 11 ] **Z. Chen**, (2007): *"Reservoir Simulation Mathematical Techniques in Oil Recovery"*, SIAM, Philadelphia, USA.
- [ 12 ] **L.R. Scott, T. Clark and B. Bagheri**, (2005): *"Scientific Parallel Computing"*, Princeton Univ. Press.

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	( x )
Exposición audiovisual	( x )
Ejercicios dentro de clase	( x )
Ejercicios fuera del aula	( x )
Seminarios	( x )
Lecturas obligatorias	( x )
Trabajo de Investigación	( x )
Prácticas de taller o laboratorio	( x )
Prácticas de campo	( )

**Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:**

Exámenes Parciales	( x )
Examen final escrito	( x )
Trabajos y tareas fuera del aula	( x )
Exposición de seminarios por los alumnos	( x )
Participación en clase	( x )
Asistencia	( )
Seminario	( x )
Otras: Tareas, seminarios, reportes de prácticas, exámenes parciales, examen final.	( )

**Línea de investigación:**