

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación:</b> Seminario de Investigación			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 3	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología.	<b>No. Créditos:</b> 10
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2.5	<b>Práctica:</b> 2.5	5
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		
<b>Horas al Semestre</b>			
80			

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el alumno, de cualquier campo del conocimiento, ponga en práctica los conocimientos adquiridos en las actividades académicas cursadas durante los dos primeros semestres de la maestría, mediante el desarrollo de un tema de investigación corto que el tutor propondrá de acuerdo con el campo del conocimiento y la línea de investigación de interés del alumno y que servirá como base de su tesis de maestría. El trabajo lo llevará a formular respuestas claras de relevancia científica en un aspecto específico de su tema de investigación.
<b>Objetivos específicos:</b> El tutor del alumno procurará que el tema a desarrollar sea suficiente para que el alumno de maestría ponga en práctica sus habilidades pero que el trabajo pueda ser desarrollado completamente en un semestre. Además, que el tema desarrollado sirva como base para la tesis del alumno.
Los contenidos temáticos serán especificados en cada seminario de acuerdo al tema de investigación y campo del alumno.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Objetivo, Antecedentes y Conceptos básicos	10	10
2	Metodologías y Análisis	10	10
3	Resultados	10	10
4	Reporte Escrito	10	10
Total de horas:		40	40
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático	
Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Objetivo, Antecedentes y Conceptos básicos.
2	2. Metodologías y Análisis.
3	3. Resultados.
4	4. Reporte Escrito.

<b>Bibliografía Básica:</b> La bibliografía básica será determinada en función de los contenidos temáticas
<b>Bibliografía Complementaria:</b> La bibliografía complementaria será determinada en función de los contenidos temáticas
<b>Notas de Clase</b>

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( X )	Exámenes Parciales	( )
Exposición audiovisual	( X )	Examen final escrito	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )	Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Ejercicios fuera del aula	( X )		

Seminarios	( X )	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Lecturas obligatorias	( X )	Participación en clase	( )
Trabajo de Investigación	( X )	Asistencia	( X )
Prácticas de taller o laboratorio	( X )	Seminario	( X )
Prácticas de campo	( X )	Otras:	
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Se determinará de acuerdo al proyecto de investigación y campo del alumno.			
<b>Perfil profesiográfico:</b>			
El tutor de un alumno de maestría quién es Investigador o Profesor con el grado de Maestro o Doctor en el campo correspondiente y está acreditado como tutor del Programa.			

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación:</b> Análisis de Datos Atmosféricos			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1,2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Meteorología)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el alumno aprenda las técnicas básicas de análisis estadístico de datos atmosféricos aplicando los conceptos discutidos en clase a una base de datos. El trabajo lo llevará a formular preguntas de relevancia científica.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos de probabilidad y Estadística	6	6
2	Análisis básico de series de tiempo	8	8
3	Análisis de estructuras en bases de datos	6	6
4	Análisis objetivo de datos meteorológicos	8	8
5	Análisis espectral	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Conceptos básicos de probabilidad y Estadística. 1.1. Media, varianza y desviación estándar; momentos de orden mayor. 1.2. Distribuciones de probabilidad. 1.3. Pruebas de variancia.
2	2. Análisis básico de series de tiempo. 2.1 Elaboración de patrones compuestos. 2.2 Correlación y Análisis de regresión.
3	3. Análisis de estructuras en bases de datos. 3.1 Funciones empíricas ortogonales. 3.2 Análisis de componentes principales. 3.3 Descomposición de valores singulares. 3.4 Análisis de correlaciones canónicas.

<b>4</b>	<p>4. Análisis objetivo de datos meteorológicos.</p> <p>4.1 Ajustes polinomiales.</p> <p>4.2 Método de correlación.</p> <p>4.3 Interpolación óptima.</p> <p>4.4 Otros métodos.</p>
<b>5</b>	<p>5. Análisis espectral</p> <p>5.1 Función de autocorrelación.</p> <p>5.2 Modelos estadísticos de pronóstico.</p> <p>5.3 Análisis armónico (Transformada de Fourier).</p> <p>5.4 Espectro de Potencia.</p> <p>5.5 Significancia de picos espectrales.</p> <p>5.6 Análisis de espectros cruzados.</p> <p>5.7 Coherencia y fase.</p> <p>5.8 Análisis espectral en el espacio y el tiempo.</p> <p>5.9 Método de máxima entropía.</p>

**Bibliografía Básica:**

Wilks, D., 1995 Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Academic Press

**Bibliografía Complementaria:**

Notas de Clase

**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	( X )
Otros:	

**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	( X )
Seminario	( X )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Ciencias Ambientales y Riesgo      Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala)      Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Meteorología)

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Radiación Solar y Terrestre			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1,2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Planetarias y Espaciales	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Proporcionar conocimientos acerca de la generación, interacción con la atmósfera y distribución sobre la superficie planetaria de los flujos de radiación solar.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Energía radiante: conceptos y definiciones	4	4
2	Métodos experimentales en óptica atmosférica	4	4
3	Absorción de radiación por gases	4	4
4	Esparcimiento de la radiación por partículas atmosféricas	5	5
5	Albedo de la superficie terrestre y de las nubes	5	5
6	Radiación térmica	5	5
7	Inversión de datos fotométricos	5	5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Energía radiante: conceptos y definiciones. 1.1 Características cuantitativas de los flujos radiacionales. 1.2 Leyes generales de radiación (cuerpo negro). 1.3 El Sol como fuente de radiación y su distribución espectral. 1.4 La constante solar. 1.5 Flujos radiacionales en la atmósfera: radiación solar y emisión terrestre. 1.6 Trayectoria de los rayos solares en la atmósfera. 1.7 Introducción a transferencia de radiación.
2	2. Métodos experimentales en óptica atmosférica. 2.1 Fundamentos de fotometría óptica. 2.2 Fotometría experimental. 2.3 Actinometría. 2.4 Espectrofotometría. 2.5 Principios de solarimetría (medición de la radiación directa, difusa y global).
3	3. Absorción de radiación por gases.

	3.1 Principios generales de absorción selectiva. 3.2 Absorción en el ultravioleta. 3.3 Absorción en el visible e infrarrojo. 3.4 Espectros moleculares de absorción (CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , etc.). 3.5 Función de transmisión integral atmosférica.
4	4. Esparcimiento de la radiación por partículas atmosféricas. 4.1 Esparcimiento de la radiación solar. 4.2 Esparcimiento molecular (aproximación de Rayleigh). 4.3 Esparcimiento por partículas (teoría de Mie). 4.4 Bases de la teoría de esparcimiento múltiple. 4.5 Distribución espectral de la radiación difusa. 4.6 Distribución angular de la radiación difusa. 4.7 Flujos de radiación difusa
5	5. Albedo de la superficie terrestre y de las nubes. 5.1 Albedo espectral de la superficie terrestre. 5.2 Albedo de los cuerpos de agua. 5.3 Albedo de las nubes. 5.4 Distribución geográfica del albedo.
6	6. Radiación térmica. 6.1 Naturaleza de la emisión de la superficie terrestre. 6.2 Absorción y emisión de la radiación de onda larga. 6.3 Emisión efectiva. Resultados de las observaciones. 6.4 Transferencia de la emisión atmosférica. 6.5 Teoría aproximada. 6.6 Balance de radiación.
7	7. Inversión de datos fotométricos. 7.1 Métodos directos de estudio del aerosol atmosférico. 7.2 Inversión de datos extinométricos. 7.3 Inversión de datos espectrales. 7.4 Inversión de datos de radiación difusa. 7.5 Métodos para la estimación del índice de refracción. 7.6 Inversión de datos de flujos verticales.

**Bibliografía Básica:**

Goody, R.M. Atmospheric Radiation, Oxford University Press, 1989.  
 Iqbal, M. An Introduction to Solar Radiation, Academic Press, Ontario, 1983.

**Bibliografía Complementaria:**

Junge, Ch.E. Air Chemistry and Radioactivity. Academic Press, N.Y., 1963.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> Exposición oral ( ) Exposición audiovisual ( ) Ejercicios dentro de clase ( ) Ejercicios fuera del aula ( ) Seminarios ( ) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación ( ) Prácticas de taller o laboratorio ( ) Prácticas de campo (X) Otros:	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> 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 (X) Seminario (X) Otras: Tareas, seminarios, reportes de prácticas, exámenes parciales, examen final.
<p><b>Línea de investigación:</b>          Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b>          Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Dinamica de la Atmósfera				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Que el estudiante aprenda los conceptos y metodología de dinámica de fluidos aplicados a los movimientos de la atmósfera.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación matemática de las leyes básicas en el contexto de la meteorología	8	8
2	Ecuaciones del fluido aplicada a la atmósfera	8	8
3	Vorticidad y circulación	8	8
4	La teoría casi-geostrófica	8	8
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1. Formulación matemática de las leyes básicas en el contexto de la meteorología. 1.1 Ecuación del movimiento. 1.2 Los métodos de Lagrange y de Euler. 1.3 Viscosidad o fricción interna. 1.4 Ecuación de movimiento para un fluido viscoso. 1.5 Ecuación de continuidad. 1.6 Primera ley de la termodinámica.
<b>2</b>	2. Ecuaciones del fluido aplicada a la atmósfera 2.1 Sistemas de coordenadas inerciales y no-inerciales. 2.2 Coordenadas cartesianas tangenciales. 2.3 Análisis de escala para movimientos atmosféricos. 2.4 Las aproximaciones hidrostática y geostrófica. 2.5 El viento térmico. 2.6 Coordenadas isobáricas e isentrópicas. 2.7 Líneas de corriente y trayectorias.
<b>3</b>	3. Vorticidad y circulación. 3.1 El concepto de vorticidad. 3.2 Ecuación de la vorticidad. 3.3 La vorticidad potencial. 3.4 Ecuación de la vorticidad potencial de Ertel. 3.5 Vorticidad potencial isentrópica – IPV. 3.6 Aplicaciones de la ecuación de la vorticidad.

	3.6.1 El modelo barotrópico. 3.6.2 Ondas planetarias: teoría de Rossby.
4	4. La teoría casi-geostrófica 4.1 El flujo casi-geostrófico para el plano b. 4.2 La ecuación de tendencia del geopotencial. 4.3 La ecuación omega casi-geostrófica. 4.4 El modelo barotrópico equivalente. 4.5 Forma alternativa de la ecuación omega, el vector.

**Bibliografía Básica:**

Gill, A. E.: Atmosphere-Ocean Dynamics, Academic Press, London, 1982.

Pedlosky, J.: Geophysical Fluid Dynamics, Springer Verlag, New York, 1986.

**Bibliografía Complementaria:**

Carlson, T. N.: Mid-latitudes Weather Systems, Harper Collins Academic, London, 1994.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral ( )</p> <p>Exposición audiovisual (X)</p> <p>Ejercicios dentro de clase (X)</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias ( )</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ( )</p> <p>Prácticas de campo ( )</p> <p>Otros: ( )</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales ( )</p> <p>Examen final escrito (X)</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ( )</p> <p>Participación en clase (X)</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario ( )</p> <p>Otras: ( )</p>
<p><b>Línea de investigación:</b>          Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b>          Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Dinámica de la Atmósfera Avanzada			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa (X)

**Actividad académica antecedente:** Dinámica de la admosfera.

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Que el estudiante aprenda los conceptos y metodología del análisis de inestabilidad de los fluidos geofísicos aplicados a la atmósfera.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Ondas atmosféricas	6	6
2	Estabilidad del flujo casi-geostrófico: consideraciones generales	6	6
3	Inestabilidad baroclínica: algunas soluciones particulares	6	6
4	Propagación de la onda Rossby	7	7
5	La energía de la atmósfera	7	7
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1. Ondas atmosféricas 1.1 Introducción. 1.2 Conceptos básicos del movimiento ondulatorio. 1.3 Ecuaciones lineales generalizadas. 1.4 Ondas de sonido, gravedad e inerciales. 1.5 Ondas de gran escala. 1.6 El plano ecuatorial. 1.7 Ecuaciones de la estructura vertical.
<b>2</b>	2. Estabilidad del flujo casi-geostrófico: consideraciones generales. 2.1 El problema de inestabilidad hidrodinámica. 2.2 La energía de la inestabilidad. 2.3 Inestabilidad barotrópica y baroclínica. 2.4 Flujos turbulento de vorticidad potencial, calor y momento. 2.5 La estructura de ondas barotropicamente inestables. 2.6 Condiciones necesarias para la inestabilidad.
<b>3</b>	3. Inestabilidad baroclínica: algunas soluciones particulares. 3.1 El modelo de Eady. 3.2 La inclusión del efecto $\beta$ y variaciones de la densidad media. 3.3 Variaciones de la estabilidad estática y del flujo medio. 3.4 Variaciones meridionales del flujo medio.
<b>4</b>	4. Propagación de la onda Rossby.

	4.1 Propagación vertical. 4.2 Propagación latitudinal. 4.3 Las relaciones de Eliassen-Palm y los flujos de onda. 4.4 Propagación barotrópica en un flujo básico con variación latitudinal. 4.5 Interacción entre ondas forzadas y el flujo promedio. 4.6 Efectos de la latitud crítica.
5	5. La energía de la atmósfera. 5.1 Energía asociada a un sistema formado por una partícula. 5.2 Energía total de un sistema fluido. 5.3 El balance de energía para un elemento de fluido. 5.4 El balance de energía global para un sistema fluido. 5.5 El balance de la energía global hidrostática. 5.6 La energía potencial disponible – EPD. 5.7 El balance de la energía global hidrostática en términos de EPD. 5.8 Relaciones energéticas en coordenadas isobáricas.

**Bibliografía Básica:**

Gill, A. E.: Atmosphere-Ocean Dynamics, Academic Press, London, 1982.

Pedlosky, J. Geophysical Fluid Dynamics, Springer Verlag, NewYork, 1986.

**Bibliografía Complementaria:**

Carlson, T. N. Mid-latitudes Weather Systems, Harper Collins Academic, London, 1994.

**Sugerencias didácticas:**

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

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

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	(X)
Asistencia	( )
Seminario	( )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Geofísica

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Dinámica del Océano				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	64
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( X ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Abordar de manera sistemática los conceptos físicos fundamentales de la dinámica del océano que permitan al alumno conocer, describir y entender los movimientos de gran escala (102 -104 km., 103 - 107 s) que suceden en el océano.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Los movimientos de gran escala del océano.	2	2
2	Las ecuaciones fundamentales de los fluidos en rotación.	2	2
3	El modelo de aguas someras.	4	4
4	El estrato de Ekman.	4	4
5	Circulación oceánica de gran escala El transporte de Sverdrup.	4	4
6	Estratificación horizontal del océano.	4	4
7	Modelos estratificados.	4	4
8	Inestabilidad	4	4
9	Tópicos especiales.	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
<b>1</b>	1. Los movimientos de gran escala del océano. 1.1 Objetivos, y características particulares de la dinámica de los fluidos geofísicos. 1.2 Escalas de movimiento. 1.3 Importancia de la rotación y de la estratificación. 1.4 La rotación de la Tierra, la aceleración de Coriolis y el Número de Rossby. 1.5 La estratificación del océano. 1.6 Movimientos de 'gran escala' y los fluidos geofísicos.
<b>2</b>	2. Las ecuaciones fundamentales de los fluidos en rotación. 2.1 Ecuaciones de conservación de masa, momento y energía. 2.2 La aproximación de Boussinesq. 2.3 La aproximación hidrostática. 2.4 Simplificaciones y escalas del movimiento. 2.5 Los números de Rossby y de Ekman. 2.6 Soluciones de casos simples (fluidos no viscosos): movimiento geostrófico, viento térmico y columnas de Taylor-Proudman.
<b>3</b>	3. El modelo de aguas someras. 3.1 Las ecuaciones del modelo de 'aguas someras'. 3.2 La aproximación hidrostática. 3.3 Conservación de la vorticidad potencial. 3.4 Ondas barotrópicas.

	<p>3.5 Ondas de gravedad: inerciogravitacionales (de Poicará o de Sverdrup).</p> <p>3.6 Ondas de Kelvin: el efecto de fronteras laterales.</p> <p>3.7 Ondas planetarias: de Rossby y topográficas.</p> <p>3.8 Inestabilidad barotrópica. Ondas en flujos con cizallamiento. Límites en la propagación y crecimiento de las ondas.</p>
4	<p>4. El estrato de Ekman.</p> <p>4.1 Importancia de la fricción. Capas límite en fluidos homogéneos en rotación.</p> <p>4.2 Estratos de Ekman en el fondo y en la superficie, sobre fondo plano y sobre fondo irregular.</p>
5	<p>5. Circulación oceánica de gran escala El transporte de Sverdrup.</p> <p>5.1 Un modelo simple de circulación en latitudes medias.</p> <p>5.2 La intensificación de la circulación en la porción occidental extrema de las cuencas oceánicas.</p>
6	<p>6. Estratificación horizontal del océano.</p> <p>6.1 Estabilidad estática.</p> <p>6.2 La importancia de la estratificación: el número de Froude.</p> <p>6.3 Ondas internas.</p> <p>6.3.1 Estructura de las ondas internas.</p> <p>6.3.2 Comparación entre ondas internas y de superficie.</p> <p>6.4 El efecto combinado de la rotación y la estratificación sobre movimientos del océano.</p>
7	<p>7. Modelos estratificados.</p> <p>7.1 Dinámica geostrófica estratificada.</p> <p>7.2 Ajuste geostrófico y su energética.</p> <p>7.3 Vorticidad potencial. Viento térmico</p>
8	<p>8. Inestabilidad</p> <p>8.1 Inestabilidad barotrópica</p> <p>8.2 Inestabilidad baroclínica</p>
9	<p>9. Tópicos especiales.</p> <p>9.1 Algunos efectos no-lineales y otros efectos que produce el cizallamiento en la generación, propagación y disipación de ondas internas en el océano.</p> <p>9.2 Turbulencia en fluidos estratificados.</p> <p>9.3 El proceso de mezcla en el océano.</p> <p>9.4 Inestabilidad y turbulencia en flujos estratificados.</p> <p>9.5 El proceso de la convección.</p> <p>9.6 Dinámica del clima global.</p> <p>9.7 Dinámica del océano ecuatorial.</p>

**Bibliografía Básica:**

Brown, R. A. (1990) Fluid Mechanics of the Atmosphere. Academic Press.

Cushman-Roisin, B. (1994) Introduction to Geophysical Fluid Dynamics. Prentice Hall.

**Bibliografía Complementaria:**

Gill A. E. (1982) Atmosphere Ocean Dynamics. Academic Press, 1982.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral (X)</p> <p>Exposición audiovisual ( )</p> <p>Ejercicios dentro de clase ( )</p> <p>Ejercicios fuera del aula ( )</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias ( )</p> <p>Trabajo de Investigación ( )</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio (X)</p> <p>Prácticas de campo ( )</p> <p>Otros: ( )</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito (X)</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos (X)</p> <p>Participación en clase ( )</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario ( )</p> <p>Otras: ( )</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Geología</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Espectroscopia de la Atmósfera			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Proporcionar al alumno los fundamentos teóricos y prácticos de la espectroscopia molecular como herramienta básica para el análisis de compuestos químicos en la atmósfera. Se abarcarán la técnicas de percepción remota para la determinación cualitativa de contaminantes atmosféricos. El curso incluye trabajo de laboratorio en el cual los estudiantes harán mediciones y análisis espectroscópicos de algún compuesto en la fase de gas.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos Relevantes de la Atmósfera	6	6
2	Introducción a la Mecánica Cuántica	6	6
3	Espectroscopia Atómica	6	6
4	Espectroscopia Molecular	7	7
5	Métodos Espectroscópicos de Percepción Remota	7	7
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Conceptos Relevantes de la Atmósfera. 1.1 Química y Física de la Atmósfera: relación de mezcla, densidad, presión parcial, modelos simples, transporte y circulación, ciclos geoquímicos, lluvia ácida, reacciones tropo- y estratosféricas, cinética química. 1.2 Radiación Electromagnética: El dipolo eléctrico, el espectro, propagación de onda, efecto doppler, polarización, transferencia, temperatura efectiva de la tierra, el efecto invernadero, profunda óptica, dispersión y absorción por partículas.
2	2. Introducción a la Mecánica Cuántica. 2.1 Antecedentes: la catástrofe del UV, los efectos fotoeléctrico y de Compton, modelos del átomo, postulados de Bohr, el principio de incertidumbre. 2.2 Schrödinger: la ecuación, la caja potencial uni- y multidimensional, interpretación de Born, Solución para los osciladores armónico y anarmónicos.
3	3. Espectroscopia Atómica. 3.1 El átomo de hidrógeno y sus soluciones mecánico-cuánticas, niveles energéticos, los orbitales. 3.2 Átomos multielectrónico: principio de exclusión de Pauli, método variacional, aproximación de Hartree. 3.3 Instrumentación: Absorción Atómica (AA), atomización, emisión.
4	4. Espectroscopia Molecular. 4.1 Conceptos teóricos: Aproximación de Born-Oppenheimer, superficies de potencial, utilerías

	<p>computacionales de visualización y optimización de estructuras moleculares con métodos mecánicos, semi-empíricos y ab initio.</p> <p>4.2 Transiciones rotacionales, vibracionales y electrónicas, ley de Beer-Lambert.</p> <p>4.3 Instrumentación: espectrofotometría UV/Vis, fluorescencia, fosforescencia y quimioluminiscencia.</p>
5	<p>5. Métodos Espectroscópicos de Percepción Remota.</p> <p>5.1 Sondeo pasivos y activos de la atmósfera.</p> <p>5.2 Principios teóricos, Instrumentación, metodología, y análisis de cada una de las siguientes técnicas:</p> <p>5.2.1 DOAS Differential Optical Absorption Spectroscopy</p> <p>5.2.2 TDLAS Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy</p> <p>5.2.3 FTIR Fourier Transform Infrared Spectroscopy</p> <p>5.2.4 DIAL (LIDAR) Differential Absorption Lidar</p>

**Bibliografía Básica:**

Introduction to Atmospheric Chemistry, D. J. Jacob, Princeton University Press (1999).

Molecular Quantum Mechanics, P. W. Atkins, Oxford U. Press 2nd Ed. (1983).

**Bibliografía Complementaria:**

Air Monitoring by Spectroscopic Techniques, M. W. Sigrist, John Wiley & Sons (1994).

Instrument Development for Atmospheric Research, J. Bösenberg, D. Brassington, P. C. Simon. Springer-Verlag (1997).

**Sugerencias didácticas:**

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

**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	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( )
Seminario	( )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas

**Perfil profesional:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Física del Clima			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Conocer los factores físicos que caracterizan el clima terrestre y su relación con la circulación general de la atmósfera y los océanos. Entender las principales causas del cambio climático a diferentes escalas.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	El concepto del clima	2	2
2	Factores Astronómicos del clima	2	2
3	Factores de radiación del clima	4	4
4	El sistema oceánico	4	4
5	Los continentes	4	4
6	Mecanismos de retroalimentación en el clima	4	4
7	Perturbaciones sobre el sistema climático	6	6
8	Introducción a la Modelación climática	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
<b>1</b>	1. El concepto del clima. 1.1 Definición del clima. 1.2 El sistema climático Atmósfera-Océanos-Continentes.
<b>2</b>	2. Factores Astronómicos del clima. 2.1 Parámetros orbitales de la Tierra. 2.2 Insolación. 2.3 La teoría astronómica del clima.
<b>3</b>	3. Factores de radiación del clima. 3.1 Las ecuaciones generales de la dinámica de la atmósfera. 3.2 La dinámica de la circulación general (circulación zonal y monzónica). 3.3 Balance de momento angular. 3.4 Balance de energía. 3.5 Conversiones de energía en la atmósfera. 3.6 Experimentos de laboratorio.
<b>4</b>	4. El sistema oceánico. 4.1 El océano como moderador del clima. 4.2 Flujos de calor y momento entre la atmósfera y los océanos.

	4.3 Las ecuaciones generales de la dinámica de los océanos. 4.4 La circulación general de los océanos y su relación con el clima.
5	5. Los continentes. 5.1 Flujos de calor entre la atmósfera y los continentes. 5.2 La cubierta del hielo y nieve. 5.3 La biósfera.
6	6. Mecanismos de retroalimentación en el clima. 6.1 El mecanismo de retroalimentación hielo-albedo. 6.2 Efecto invernadero del vapor de agua y bióxido de carbono. 6.3 Retroalimentación de nubes. 6.4 Efectos de retroalimentación combinados.
7	7. Perturbaciones sobre el sistema climático. 7.1 Causas externas del cambio climático. 7.2 Causas internas del cambio del climático. 7.3 Variabilidad interanual e interdecadal del sistema climático.
8	8. Introducción a la Modelación climática. 8.1 Modelos de balance de energía (Modelos de Adem, Budyko y Sellers). 8.2 Modelos climáticos radioactivos-convectivos. 8.3 Modelos de circulación general.

**Bibliografía Básica:**

A. Oort y J. Peixoto, 1992: Physics of climate. Academic Press.

A.S. Monin, 1986, An introduction to the theory of climate,. Atmospheric Sciences Library D. Reidel Publishing Company.

**Bibliografía Complementaria:**

A. Henderson-Sellers and K. McGuffie, 1987,. A Climate Modelling Primer, Wiley

M. I. Budyko, The Heat Balance of the Earth's Surface. U.S Department of Commerce. Washington D.C., 1958. 259 pp.

**Sugerencias didácticas:**

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

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

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( )
Seminario	(X)
Otras:	

**Línea de investigación:**

Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Física de Nubes. Microfísica			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa (X)

**Actividad académica antecedente:** Física de nubes :Dinámica

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Comprender los mecanismos físicos que ocurren a nivel de microescala en las diferentes etapas de la formación de nubes y de precipitación. Discutir la importancia del estudio y la observación de nubes y precipitación mediante su aplicación a diversas aplicaciones, tales como la modificación artificial del tiempo meteorológico

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	6	6
2	Microfísica de lluvia caliente	6	6
3	Microfísica de lluvia fría	6	6
4	Técnicas de estudio y observación de nubes y precipitación	7	7
5	Modificación del tiempo meteorológico	7	7
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción. 1.1 Composición y propiedades termodinámicas de la atmósfera. 1.2 Morfología y mecanismos de formación de nubes.
2	2. Microfísica de lluvia caliente. 2.1 Formación y desarrollo de nubes calientes. 2.2 Núcleos de condensación de nubes. 2.3 Nucleación de gotitas de nube. 2.4 Crecimiento de gotitas de nube por condensación. 2.5 Desarrollo de espectros de gotitas. 2.6 Conceptos auxiliares. 2.7 Velocidad Terminal. 2.8 Teoría de Similaridad. 2.9 Espectros de gotas: distribución de Marshall-Palmer. 2.10 Formación y desarrollo de lluvia caliente. 2.11 Colisión, coalescencia y rompimiento de gotas. 2.12 Modelos de crecimiento continuo y de crecimiento estocástico.
3	3. Microfísica de lluvia fría.
4	4. Técnicas de estudio y observación de nubes y precipitación. 4.1 Principios del radar meteorológico. 4.2 Observaciones in situ: aviones instrumentados.

5	<p>5. Modificación del tiempo meteorológico.</p> <p>5.1 Modificación inadvertida.</p> <p>5.2 Modificación artificial ("siembra de nubes").</p> <p>5.3 Supresión de niebla.</p> <p>5.4 Estimulación de lluvia.</p> <p>5.5 Control de granizo.</p>
---	--

**Bibliografía Básica:**

Pruppacher, H.R., and J.D. Klett. Microphysics of Clouds and Precipitation (Second Edition). Kluwer. Academic Publishers. 1997.

**Bibliografía Complementaria:**

Seinfeld, J.H. and S.N. Pandis. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. J.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral <span style="float: right;">()</span></p> <p>Exposición audiovisual <span style="float: right;">()</span></p> <p>Ejercicios dentro de clase <span style="float: right;">()</span></p> <p>Ejercicios fuera del aula <span style="float: right;">()</span></p> <p>Seminarios <span style="float: right;">(X)</span></p> <p>Lecturas obligatorias <span style="float: right;">()</span></p> <p>Trabajo de Investigación <span style="float: right;">(X)</span></p> <p>Prácticas de taller o laboratorio <span style="float: right;">()</span></p> <p>Prácticas de campo <span style="float: right;">()</span></p> <p>Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales <span style="float: right;">(X)</span></p> <p>Examen final escrito <span style="float: right;">(X)</span></p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula <span style="float: right;">(X)</span></p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos <span style="float: right;">()</span></p> <p>Participación en clase <span style="float: right;">()</span></p> <p>Asistencia <span style="float: right;">()</span></p> <p>Seminario <span style="float: right;">()</span></p> <p>Otras:</p>
<p><b>Línea de investigación:</b></p> <p>Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b></p> <p>Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Cambio Climático Global				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Espaciales y Planetarias Ciencias Ambientales y Riesgo		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral		
<b>Horas al Semestre</b> 64				

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Mostrar los fundamentos de la ciencia del cambio climático y de los modelos climáticos que se emplean para analizar un posible cambio futuro. Estudiar las metodologías para evaluar los impactos de un posible cambio climático, en particular en México, y analizar las medidas de mitigación propuestas en los foros internacionales. Posición de México.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Importancia de los Estudios de Cambio Climático en la Actualidad. Breve Historia de la Ciencia de Cambio Climático	2	2
2	El Sistema Climático. Escalas Espacio Temporales	2	2
3	Cambios Climáticos en el Pasado. Ciclos de Milankovich	2	2
4	Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Aumento en el Nivel del Mar. Evidencias Actuales	2	2
5	Disminuciones de la Capa de Ozono	2	2
6	Modelos climáticos. Modelos Climáticos Simples y Modelos de Circulación General	2	2
7	Tendencias en las Emisiones Globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Incremento en las Concentraciones de GEI y Forzamiento Radiativo Escenarios Socio-económicos	2	2
8	Escenarios Climáticos Futuros. Posibles cambios en Temperatura, Precipitación y Radiación	2	2
9	Estudio de Impactos del Cambio climático. Modelos Simples. Modelos Integrados	2	2
10	Variabilidad Climática. Respuesta social a los Impactos del fenómeno de El Niño como escenario base de adaptación	2	2
11	Vulnerabilidad de México al cambio y variabilidad climáticos	4	4
12	Arreglos institucionales para el uso de información climática	4	4
13	Mecanismos Internacionales de mitigación. Posición de México	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Importancia de los Estudios de Cambio Climático en la Actualidad. Breve Historia de la Ciencia de Cambio Climático
2	2. El Sistema Climático. Escalas Espacio Temporales
3	3. Cambios Climáticos en el Pasado. Ciclos de Milankovich

4	4. Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Aumento en el Nivel del Mar. Evidencias Actuales
5	5. Disminuciones de la Capa de Ozono
6	6. Modelos climáticos. Modelos Climáticos Simples y Modelos de Circulación General
7	7. Tendencias en las Emisiones Globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Incremento en las Concentraciones de GEI y Forzamiento Radiativo Escenarios Socio-económicos
8	8. Escenarios Climáticos Futuros. Posibles cambios en Temperatura, Precipitación y Radiación
9	9. Estudio de Impactos del Cambio climático. Modelos Simples. Modelos Integrados
10	10. Variabilidad Climática. Respuesta social a los Impactos del fenómeno de El Niño como escenario base de adaptación
11	11. Vulnerabilidad de México al cambio y variabilidad climáticos
12	12. Arreglos institucionales para el uso de información climática
13	13. Mecanismos Internacionales de mitigación. Posición de México

**Bibliografía Básica:**

Alcamo J. (ed) 1994 IMAGE 2.0: Integrated Modelling of Global Climate Change, Kluwer, Dordrecht. Países Bajos 321 pp.

**Bibliografía Complementaria:**

Henderson-Sellers, A., McGuffie, K. 1991. Introducción a los Modelos Climáticos. Ediciones Ed-Omega. Barcelona.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral (X)</p> <p>Exposición audiovisual ( )</p> <p>Ejercicios dentro de clase ( )</p> <p>Ejercicios fuera del aula ( )</p> <p>Seminarios ( )</p> <p>Lecturas obligatorias ( )</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ( )</p> <p>Prácticas de campo ( )</p> <p>Otros: ( )</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito (X)</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula ( )</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ( )</p> <p>Participación en clase ( )</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario ( )</p> <p>Otras: Ensayos ( )</p>
<p><b>Línea de investigación:</b></p> <p>Ciencias Ambientales, Atmosféricas y Planetarias</p>	
<p><b>Perfil profesiográfico:</b></p> <p>Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente</p>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> <b>Programa de actividad académica</b>	
---	---	---

<b>Denominación:</b> Físico Química de la Atmósfera			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> El estudiante comprenderá los procesos involucrados en la formación de contaminantes atmosféricos El estudiante analizará datos de cinética química para determinar el orden de una reacción, su constante de velocidad, su dependencia con la temperatura El estudiante aplicará las leyes y regularidades sobre acidez y basicidad de soluciones El estudiante aplicará leyes conservación de masa y energía para el balanceo de reacciones químicas

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	4
2	Físicoquímica en procesos atmosféricos	4	4
3	Estructura y composición química de la atmósfera	6	6
4	Contaminantes inorgánicos	6	6
5	Contaminantes orgánicos	6	6
6	Esmog fotoquímico	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción 1.1 Esmog de Los Ángeles, Londres y Ciudad de México. 1.2 Unidades en contaminación ambiental.
2	2. Físicoquímica en procesos atmosféricos 2.1 Equilibrio químico 2.2 Ácidos y bases 2.3 Solubilidad 2.4 Ley de Henry
3	3. Estructura y composición química de la atmósfera. 3.1 Estructura 3.2 Composición 3.3 Tiempos de residencia de compuestos en la atmósfera 3.4 Ciclos del azufre, nitrógeno, carbono en la atmósfera. 3.5 Reacciones químicas y fotoquímicas de la atmósfera
4	4. Contaminantes inorgánicos

5	5. Contaminantes orgánicos
6	6. Esmog fotoquímico 6.1 Mecanismos de formación del esmog. 6.2 Efectos de contaminantes atmosféricos. 6.3 Aerosoles secundarios.

**Bibliografía Básica:**

Fundamentals of atmospheric Modeling. Autor: Mark Z. Jacobson. Cambridge Ed press 2000.  
Basic Physical Chemistry for the Atmospheric Sciences. Autor Peter. Hoobs Editorial Cambridge University Press 2000

**Bibliografía Complementaria:**

Fundamentals of Environmental Chemistry. 2nd Ed. Autor: Stanley E. Manahan. Lewis Publishers 2001

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral <span style="float: right;">()</span>  Exposición audiovisual <span style="float: right;">(X)</span>  Ejercicios dentro de clase <span style="float: right;">(X)</span>  Ejercicios fuera del aula <span style="float: right;">()</span>  Seminarios <span style="float: right;">(X)</span>  Lecturas obligatorias <span style="float: right;">()</span>  Trabajo de Investigación <span style="float: right;">()</span>  Prácticas de taller o laboratorio <span style="float: right;">()</span>  Prácticas de campo <span style="float: right;">()</span>  Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales <span style="float: right;">(X)</span>  Examen final escrito <span style="float: right;">()</span>  Trabajos y tareas fuera del aula <span style="float: right;">(X)</span>  Exposición de seminarios por los alumnos <span style="float: right;">(X)</span>  Participación en clase <span style="float: right;">(X)</span>  Asistencia <span style="float: right;">()</span>  Seminario <span style="float: right;">()</span>  Otras:</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Geofísica</p>	
<p><b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Meteorología Tropical				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Geofísica de la Tierra Sólida (Vulcanología) Geofísica de la Tierra Sólida (Sismología) Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Espaciales y Planetarias		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso Avanzado			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Revisión de los conceptos teóricos fundamentales del análisis y métodos numéricos. Conocimiento de los principales métodos de resolución en análisis numérico. Así como la aplicación de estos métodos a problemas específicos que permitirán que el alumno se familiarice con la programación computacional de los métodos y con el uso de paqueterías computacionales existentes.

**Objetivos específicos:**  
 Que el alumno pueda programar algoritmos computacionales, relativos a cada uno de los temas, para la interpretación de datos geofísicos

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Interpolación y aproximación.	5	4
2	Integración numérica	4	4
3	Sistemas de ecuaciones lineales	5	4
4	Calculo de valores propios de una matriz	4	4
5	Ecuaciones y sistemas no lineales	4	4
6	Ecuaciones y sistemas diferenciales con valores iniciales	6	4
7	Ecuaciones diferenciales parciales (EDP)	6	6
Total de horas:		34	30
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1. Interpolación y aproximación. 1.1 Interpolación de una función 1.1.1 Interpolación polinomial de Lagrange 1.1.2 Interpolación de Tchebychev 1.1.3 Interpolación trigonométrica 1.2 Mejor Aproximación 1.3 Comparación entre interpolación y mejor aproximación
<b>2</b>	2. Integración numérica 2.1 Funciones definidas experimentalmente o numéricamente 2.2 Funciones regulares definidas matemáticamente 2.3 Integrales singulares 2.4 Polinomios ortogonales

<b>3</b>	3. Sistemas de ecuaciones lineales 3.1 Algoritmos de resolución directa 3.2 Métodos de factorización 3.3 Estimación del error 3.4 Algoritmos de resolución indirecta 3.4.1 Métodos de relajación 3.4.2 Métodos iterativos 3.5 Almacenamiento de grandes sistemas lineales en computadora
<b>4</b>	4. Cálculo de valores propios de una matriz 4.1 Métodos globales Matrices generales 4.2 Métodos Iterativos
<b>5</b>	5. Ecuaciones y sistemas no lineales 5.1 Resolución de una ecuación cualquiera 5.2 Resolución de una ecuación entera 5.3 Resolución de sistemas no lineales 5.4 Algoritmos de aceleración de la convergencia Procedimiento de extrapolación de Richardson 5.5 Optimización de Funciones
<b>6</b>	6. Ecuaciones y sistemas diferenciales con valores iniciales 6.1 Ecuación diferencial de primer orden Generalidades Métodos de pasos libres 6.2 Métodos de pasos ligados 6.3 Sistema diferencial de primer orden
<b>7</b>	7. Ecuaciones diferenciales parciales (EDP) 7.1 Ecuación diferencial general de 2do orden 7.2 Introducción a los métodos de diferencias finitas para solución de EDP. 7.3 Introducción a los métodos de elementos finitos para solución de EDP.

**Bibliografía Básica:**

Bakhvalov N. Méthodes Numériques. Ed. Moscu  
 Carnahan, B., H.A. Lather, J.O. Wilkes. Applied Numerical Methods. J. Wiley, N.Y.

**Bibliografía Complementaria:**

Hornbech, Robert W. Numerical Methods. Ed Prentice-Hall, Inc. Englewood. Cliffs, New Jersey, p. 310.

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	()
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajo de Investigación	()
Prácticas de taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otros: Solución de problemas numéricos	

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

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	()
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	()
Asistencia	()
Seminario	()
Otras:	

**Línea de investigación:**

Procesamiento de datos, solución de ecuaciones diferenciales parciales con métodos numéricos

**Perfil profesional:**

Investigador con grado de doctor, o equivalente, en áreas relativas a las matemáticas aplicadas y procesamiento de datos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Capa Límite Atmosférica			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Presentar los conceptos básicos de capa límite y los fenómenos que en ella se observan, tales como dispersión de contaminantes e isla de calor urbana, así como los sistemas de observación utilizados.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	La capa límite	5	5
2	Capa límite con estratificación neutra	5	5
3	Capa límite con estratificación estable	5	5
4	Casos particulares de capa límite	5	5
5	Aplicaciones de conceptos de capa límite	6	6
6	Sistemas de observación	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
	1. La capa límite 1.1 Definiciones 1.2 Concepto de turbulencia y transporte turbulento 1.3 Características y estructura de la capa límite planetaria 1.4 Herramientas matemáticas y conceptuales
<b>2</b>	2. Capa límite con estratificación neutra 2.1 Ecuaciones básicas: Aproximación de Reynolds 2.2 Energía cinética turbulenta 2.3 El problema de clausura 2.4 Viscosidad turbulenta y teoría K 2.5 Clausura no local 2.6 Capa de superficie: Similaridad de Monin-Obukhov 2.7 Capa de Ekman 2.8 Circulaciones secundarias coherentes
<b>3</b>	3. Capa límite con estratificación estable 3.1 Características observacionales 3.2 Procesos relevantes y evolución 3.3 Corriente en chorro a niveles bajos
<b>4</b>	4. Casos particulares de capa límite

	4.1 Sobre el mar 4.2 Frontera mar/tierra 4.3 Doseles de vegetación
5	5. Aplicaciones de conceptos de capa límite 5.1 Isla de calor urbana 5.2 Dispersión de contaminantes de fuentes puntuales 5.3 Formación de niebla y nubes
6	6. Sistemas de observación 6.1 Torres micrometeorológicas 6.2 Visibilidad 6.3 Técnicas de percepción remota: lidar y radar 6.4 Aviones instrumentados

**Bibliografía Básica:**

Arya, P., Introduction to micrometeorology, *Academic Press*.  
Blakadar, A., *Turbulence and diffusion in the atmosphere*. Springer.

**Bibliografía Complementaria:**

Brown, R., *Fluid mechanics of the atmosphere*. Academic Press.

**Sugerencias didácticas:**

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

**Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los**

**alumnos:**

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( )
Seminario	( )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Geofísica

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Química de la Atmósfera			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Meteorología)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Aplicar los principios básicos de la química. termodinámica, cinética y transporte de masa a problemas de contaminación atmosférica (e.g. ozono troposférico-estratosférico, lluvia ácida, partículas, efecto invernadero).

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	La Atmósfera	4	4
2	Composición de la atmósfera, Ciclos globales y tiempos de vida de los contaminantes	4	4
3	Química y Fotoquímica de la Estratosfera	4	4
4	Química y Fotoquímica de la Troposfera	4	4
5	Química de la fase acuosa	4	4
6	Aerosoles en la tropósfera	4	4
7	Sedimentación húmeda y lluvia ácida	4	4
8	Química atmosférica y Clima	4	4
<b>Total de horas:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>
<b>Suma total de horas:</b>		<b>64</b>	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
<b>1</b>	1. La Atmósfera. 1.1 Historia y evolución de la atmósfera. 1.2 Las capas de la atmósfera. 1.3 Variación de la presión con la altura en la atmósfera.
<b>2</b>	2. Composición de la atmósfera. 2.1 Ciclos globales y tiempos de vida de los contaminantes. 2.2 Tiempos de residencia en la atmósfera. 2.3 Compuestos que contienen azufre. 2.4 Compuestos que contienen nitrógeno. 2.5 Compuestos que contienen Carbón. 2.6 Gases traza y aerosoles atmosféricos. 2.7 Poder oxidante de la atmósfera. 2.8 Contaminantes criterio. 2.9 Efectos a la salud de los contaminantes criterio. 2.10 Legislación Mexicana e internacional.
<b>3</b>	3. Química y Fotoquímica de la Estratosfera. 3.1 Ozono estratosférico. 3.2 Reacciones fotoquímicas de destrucción de ozono. 3.3 Unidades Dobson.

	3.4 Aerosoles en la estratosfera. 3.5 Fuentes y mecanismos de reacción.
4	4. Química y Fotoquímica de la Troposfera. 4.1 Ciclo fotoquímico básico del NO <sub>2</sub> , NO y O <sub>3</sub> . 4.2 Química atmosférica del CO y NO <sub>x</sub> . 4.3 Química atmosférica del formaldehído y NO <sub>x</sub> . 4.4 Papel del VOC y NO <sub>x</sub> en la formación de ozono troposférico.
5	5. Química de la fase acuosa. 5.1 Agua líquida en la atmósfera. Equilibrio y Ley de Henry. Equilibrio químico en la fase acuosa. 5.2 Formación de ácido sulfúrico. Química del nitrato y sulfato en fase acuosa.
6	6. Aerosoles en la tropósfera 6.1 Distribución típica composición/tamaño aerosoles urbanos. Principios termodinámicos. 6.2 Contenido de agua líquida en los aerosoles atmosféricos. Efecto Kelvin. 6.3 Termodinámica en sistemas de aerosoles atmosféricos (bases para modelación de aerosoles en la atmósfera).
7	7. Sedimentación húmeda y lluvia ácida. 7.1 Representación general de los procesos atmosféricos de remoción húmeda (wet removal). Precipitación ácida.
8	8. Química atmosférica y Clima 8.1 Balance energético global, Récord de temperatura global. 8.2 Dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. 8.3 Química atmosférica y cambio climático. Efecto directo e indirecto de los aerosoles en el clima. 8.4 Absorción y dispersión de la luz por materia particulada. 8.5 Visibilidad. Importancia de la caracterización química de los aerosoles troposféricos-estratosféricos en la cuantificación de estos efectos.

**Bibliografía Básica:**

John Seinfeld and Spyros N. Pandis, (1998). Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons.

**Bibliografía Complementaria:**

Daniel J. Jacob, (1999). Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press,.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral ( )</p> <p>Exposición audiovisual (X)</p> <p>Ejercicios dentro de clase ( )</p> <p>Ejercicios fuera del aula ( )</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias ( )</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ( )</p> <p>Prácticas de campo ( )</p> <p>Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito ( )</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ( )</p> <p>Participación en clase ( )</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario ( )</p> <p>Otras: Mini-proyecto cuya evaluación se realizará mediante una presentación oral y escrita.</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Física de la Atmósfera</p>	
<p><b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Riesgos Ambientales				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Geofísica de Tierra Sólida, Exploración, Geología		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	64
<b>Modalidad:</b> Curso Avanzado			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Introducir al alumno en el estudio de los problemas ambientales producidos por la contaminación en el contexto geológico. El curso será impartido por varios profesores, de tal manera que la visión que tengan los alumnos sea la del especialista. La evaluación se realizará por medio de 3 exámenes y lecturas elegidas a juicio de cada profesor.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	3	3
2	Problemas costeros y marinos	3	3
3	Suelos y medio ambiente	3	3
4	Aguas subterráneas y cuerpos de agua.	3	3
5	Problemas energéticos y minerales	4	4
6	Desechos sólidos	4	4
7	Contaminación Atmosférica	4	4
8	Estimación y medición de riesgos	4	4
9	Administración de riesgos	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción.
2	2. Problemas costeros y marinos.
3	3. Suelos y medio ambiente. 3.1 Generalidades de los suelos. 3.2 Clasificación de suelos. 3.3 Uso del suelo. 3.4 Erosión de los suelos. 3.5 Contaminación de los suelos. 3.6 Metales pesados en suelos y sedimentos. Normalización. Interpretación de información. 3.7 Desertificación.
4	4. Aguas subterráneas y cuerpos de agua. 4.1 Vulnerabilidad acuífera. 4.2 Contaminación por metales pesados. 4.3 Metales en los sistemas naturales, procesos que regulan los metales disueltos en acuíferos, ríos y lagos.
5	5. Problemas energéticos y minerales. 5.1 Combustibles fósiles: Contaminación por emisiones. 5.2 Energía Nuclear: Disposición de desechos radioactivos. 5.3 Recursos minerales: contaminación por desechos mineros.
6	6. Desechos sólidos.
7	7. Contaminación Atmosférica.

	7.1 Riesgos a la salud. 7.2 Dispersión atmosférica. 7.3 Exposición. 7.4 Dosis respuesta.
8	8. Estimación y medición de riesgos. 8.1 Priorización de los riesgos. 8.2 Esperanza de vida y otras medidas de riesgo. 8.3 Evaluación comparativa de riesgos. 8.4 Riesgo a ecosistemas. 8.5 Incertidumbres en el análisis de riesgo.
9	9. Administración de riesgos. 9.1 Administración del riesgo. 9.2 Tecnologías de control. 9.3 Costo-efectividad.

**Bibliografía Básica:**

Coch, N.K. (1985). Geohazards. Natural and human. Prentice Hall, N.J.  
Press F., Siever, R., Grotzinger, J., Jordan T.H., (2004). Understanding Earth. W.H. Freeman and Company. 4th edition.

**Bibliografía Complementaria:**

D. Merritts, A. De Wet, K. Menking. (1997). Environmental Geology. W.H. Freeman & Co. and Sumanas Inc.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>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 ( ) Prácticas de campo (X) Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase (X) Asistencia ( ) Seminario ( ) Otras:</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Geología, Geofísica, Ciencias Ambientales y Riesgo, Geofísica de Tierra Sólida, Exploración</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Hidrogeología			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota Ciencias Ambientales y Riesgo	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>	<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral	
		4	64

**Seriación:** Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 En este curso el alumno conocerá el comportamiento; geológico, físico y químico del agua subterránea, así como su relación con el agua superficial. Es fundamental que los estudiantes de Posgrado en Ciencias de la Tierra, tengan herramientas adicionales para lograr el entendimiento del agua subterránea que gobierna su presencia y movimiento en el entorno ambiental y geográfico particular.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	2
2	Hidroclimatología	2	2
3	Humedad del suelo y agua subterránea	2	2
4	Marco de referencia	2	2
5	Consideraciones sobre sistemas de flujo	2	2
6	Sistemas de flujo	2	2
7	Zonas áridas	4	4
8	Zonas húmedas	4	4
9	Cuerpos de agua	4	4
10	La relación agua subterránea ambiente	4	4
11	Estudios de caso	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción. 1.1 Clasificación de los estudios hidrogeológicos. 1.2 Cartografía hidrogeológica.
2	2. Hidroclimatología. 2.1 Precipitación. 2.2 Evaporación. 2.3 Escurrimiento.
3	3. Humedad del suelo y agua subterránea. 3.1 La porosidad en sedimentos no consolidados. 3.2 Infiltración. 3.3 Flujo en la zona no saturada.
4	4. Marco de referencia. 4.1 Características geológicas. 4.2 Contenido de humedad. 4.3 Zona saturada. 4.4 Características hidráulicas. 4.5 Características fisicoquímicas.

	<p>4.6 Carga hidráulica.  4.7 Índices de saturación.  4.8 Potencial hidráulico.  4.9 Geotermómetros.  4.10 Roca basamento.  4.11 Redes de flujo en 3D.</p>
5	<p>5. Consideraciones sobre sistemas de flujo.  5.1 Aspectos morfológicos.  5.2 Elementos físicos, químicos, hidrológicos, biológicos, edafológicos.  5.3 Zonas de recarga, tránsito y descarga.  5.4 Flujos local, intermedio y regional.</p>
6	<p>6. Sistemas de flujo.  6.1 Caracterización y escala.  6.2 Jerarquía de los sistemas de flujo.  6.3 Cuencas: superficial y subterránea.</p>
7	<p>7. Zonas áridas.  7.1 Relación agua subterránea–superficial.  7.2 Toma y manejo de información.  7.3 Limitaciones metodológicas.  7.4 Recarga al agua subterránea.  7.5 Medios fracturados y doble porosidad.</p>
8	<p>8. Zonas húmedas.  8.1 Relación agua subterránea–superficial.  8.2 Precipitación, métodos.  8.3 Escorrentía, métodos.  8.4 Evapotranspiración, métodos.  8.5 Limitaciones metodológicas.</p>
9	<p>9. Cuerpos de agua.  9.1 Zonas costeras.  9.2 Zonas continentales.  9.3 Humedales.</p>
10	<p>10. La relación agua subterránea ? ambiente.  10.1 Concepto del modelo hidrogeológico en la evaluación del impacto ambiental.  10.2 Extracción de agua subterránea y los efectos ambientales.  10.3 Balance hidrogeológico y variaciones espacio-temporales de parámetros.  10.4 Problemas del método del balance de agua subterránea.</p>
11	<p>11. Estudios de caso.  11.1 Vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea.  11.2 Subsistencia.  11.3 Manejo de agua superficial.  11.4 Cambio inducido de calidad al agua extraída.  11.5 Desaparición de cuerpos de agua.  11.6 “Intrusión” de agua de mar.  11.7 Controles de inundación.  11.8 Definición indirecta de la posición del basamento.</p>

**Bibliografía Básica:**

Fetter C.W., (1988). Applied Hydrogeology. Second Edition. Merrill Publ. Co. Ohio, USA. 591 pp.

Domenico P.A., (1990). Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons Inc. 824 pp.

**Bibliografía Complementaria:**

Domenico P.A., (1990). Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons Inc. 824 pp.

<b>Sugerencias didácticas:</b> 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 ( ) Prácticas de campo (X) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario ( ) Otras:
<b>Línea de investigación:</b> Geofísica	
<b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Termodinámica de la Atmósfera -			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 El alumno comprenderá las ideas y procesos fundamentales de la termodinámica clásica aplicados a la atmósfera.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Revisión de conceptos generales	4	4
2	Sistemas atmosféricos	4	4
3	Diagramas aerológicos	4	4
4	Procesos termodinámicos en la atmósfera	5	5
5	Estática atmosférica	5	5
6	Estabilidad vertical	5	5
7	Energía en la atmósfera	5	5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1.Revisión de conceptos generales. 1.1 Primera y segunda leyes de la termodinámica. 1.2 Capacidad específica y procesos adiabáticos. 1.3 Ecuaciones fundamentales en sistemas abiertos y cerrados. 1.4 Condiciones de equilibrio. 1.5 Energía interna, entalpia y entropía.
<b>2</b>	2. Sistemas atmosféricos. 2.1 Aire seco. 2.2 Vapor de agua. 2.3 Aire húmedo y nubes.
<b>3</b>	3. Diagramas aerológicos. 3.1 Propiedades generales de los diagramas aerológicos. 3.2 Ejemplos de diagramas aerológicos.
<b>4</b>	4. Procesos termodinámicos en la atmósfera. 4.1 Enfriamiento isobárico: punto de rocío y condensación. 4.2 Procesos isoentálpicos: temperatura equivalente. 4.3 Mezcla horizontal. 4.4 Expansión y ascenso adiabáticos. 4.5 Procesos adiabáticos y pseudoadiabáticos. 4.6 Mezcla vertical.
<b>5</b>	5. Estática atmosférica. 5.1 Campo geopotencial y ecuaciones hidrostática.

	5.2 Gradiente térmico.
6	6. Estabilidad vertical 6.1 Criterios de estabilidad atmosférica 6.2 Oscilaciones en capas estables 6.3 Entrada y mezcla de aire seco
7	7. Energía en la atmósfera 7.1 Energía interna y energía potencial 7.2 Métodos de Margulles 7.3 Energía potencial disponible

**Bibliografía Básica:**

Iribarne J.V. and W. L. Godson, (1981). Atmospheric thermodynamics. Second Edition, D. Rendel Publishing Co., 259 pp.

**Bibliografía Complementaria:**

Fleagle. R. G. And J. A. Bussinger, (1963). Introduction to atmospheric physics. Academic Press, 346 pp.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( )	Exámenes Parciales	( )
Exposición audiovisual	( )	Examen final escrito	( )
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	(X)	Participación en clase	( )
Lecturas obligatorias	( )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	( )	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio	( )	Otras: Exámenes parciales (70%) y tareas de cada tema (30°)	
Prácticas de campo	( )		
Otros:	( )		
<b>Línea de investigación:</b> Física de la Atmósfera			
<b>Perfil profesiográfico:</b> Justificación de espacios de objetivo y temario, se agrego línea de investigación, perfil profesiográfico y bibliográfico.			



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Transferencia de Radiación			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral	
<b>Horas al Semestre</b> 64			

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el estudiante aprenda los conceptos teóricos y desarrollos matemáticos asociados con la transferencia de radiación

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Propiedades básicas de la radiación atmosférica	4	4
2	Cantidades radiométricas y la ecuación de transferencia radiativa	4	4
3	Procesos básicos dispersión	3	3
4	Absorción de radiación	3	3
5	Principios de transferencia radiativa	3	3
6	Formulación de problemas de transferencia radiativa	3	3
7	Soluciones aproximadas de problemas tipo	3	3
8	Soluciones numéricas de problemas tipo	3	3
9	Transferencia radiativa en medios no grises	3	3
10	El papel de la radiación en el clima	3	3
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Propiedades básicas de la radiación atmosférica. 1.1 Introducción. Espectro electromagnético. 1.2 Flujo solar extraterrestre. Flujo infrarrojo terrestre. 1.3 Interacción de la radiación con medios planetarios. 1.4 Procesos de retroalimentación. 1.5 Radiación y materia. 1.6 Estructura vertical de atmósferas planetarias. Ley hidrostática y gas ideal. 1.7 Gases traza en la atmósfera. Camino óptico sobre la línea de visión. 1.8 Equilibrio radiativo y estructura térmica de la atmósfera 1.9 Cambio climático: Forzamiento térmico y retroalimentación.
2	2. Cantidades radiométricas y la ecuación de transferencia radiativa. 2.1 Introducción. Óptica geométrica. 2.2 Flujo radiativo o Irradiancia. Intesidad espectral y sus momentos angulares. 2.3 Relación entre flujo e intensidad. Intensidad media y densidad de energía radiante. 2.4 Teoremas sobre intensidad. 2.5 Intensidad y flujo a partir de una fuente extendida. 2.6 Percepción del brillo: Analogía con la radiancia. 2.7 Ley de Extinción. Extinción = Dispersión + Absorción. 2.8 Forma diferencial de la ecuación de transferencia.
3	3. Procesos básicos dispersión. 3.1 Introducción. Teoría de Lorentz de la interacción radiación - materia. 3.2 Dispersión y efectos colectivos en un medio uniforme. 3.3 Dispersión desde irregularidades de la densidad. Dispersión en medios aleatorios. 3.4 Dispersión de primer orden y múltiple. 3.5 Dispersión por un oscilador armónico simple amortiguado. 3.6 La función fase de dispersión. 3.7 Función fase para dispersión de Rayleigh.
4	4. Absorción de radiación. 4.1 Introducción. Absorción molecular en gases. 4.2 Emisión térmica y leyes de radiación. 4.3 Ley de distribución espectral de Planck. 4.4 Procesos de excitación radiativa en moléculas. 4.5 Procesos colisionales inelásticos. 4.6 Mantenimiento de distribuciones de equilibrio térmico. 4.7 Átomo de dos niveles. Absorción en líneas y bandas moleculares. 4.8 Procesos de absorción en UV/ Visible.
5	5. Principios de transferencia radiativa. 5.1 Introducción. Propiedades de frontera de los medios planetarios. 5.2 Transmisión a través de un medio estratificado. 5.3 Albedo esférico. 5.4 Absorción y dispersión en medios planetarios. 5.5 Ley de Kirchhoff para absorción y emisión en un volumen. 5.6 Solución de la ecuación de transferencia radiativa para dispersión cero. 5.7 Solución con dispersión cero y geometría estratificada. 5.8 Cantidades de rango medio en una geometría estratificada. Solución formal en geometría estratificada. 5.9 Medio estratificado gris en equilibrio termodinámico local. 5.10 Solución formal incluyendo dispersión y emisión. 5.11 Tasa de calentamiento radiativo. Ley generalizada de Gershun. 5.12 Calentamiento o la tendencia de la temperatura. 5.13 Radiación actínica, tasa de fotólisis, tasa de dosis.
6	6. Formulación de problemas de transferencia radiativa. 6.1 Introducción. Separación de radiación solar en sus componentes difusa y directa. 6.2 Condiciones de frontera inferior. 6.3 Dispersión múltiple. Independencia acimutal del flujo y la intensidad media. 6.4 Dependencia acimutal del campo de radiación. 6.5 Ejemplos de funciones fase. 6.6 Transformaciones de escala útiles para dispersión anisotrópica. 6.7 La aproximación Delta - Dos Haces. 6.8 Formulación de la ecuación integral de transferencia radiativa.
7	7. Soluciones aproximadas de problemas tipo. 7.1 Separación del campo de radiación en diferentes órdenes de dispersión. 7.2 La aproximación de Dos - Haces: Dispersión isotrópica. 7.3 Aproximación de Dos - Haces vs. Aproximación de Eddington. 7.4 Dos - Haces para atmósferas anisotrópicas. 7.5 Aproximaciones de escala para dispersión anisotrópica.
8	8. Soluciones numéricas de problemas tipo. 8.1 Método de Ordenadas Discretas. Dispersión isotrópica. 8.2 Fórmulas de cuadratura. Dispersión anisotrópica. 8.3 Implementación numérica del Método de Ordenadas Discretas. 8.4 El método Adding - Doubling y el de Operadores Matriciales. 8.5 Método de Armónicos Esféricos. 8.6 Invariant Imbedding . Métodos iterativos. 8.7 Aproximación a la ecuación integral. 8.8 Métodos de Monte Carlo.
9	9. Transferencia radiativa en medios no grises. 9.1.- Introducción. Flujo radiativo y tasa de calentamiento. 9.2.- Ecuaciones de flujo monocromático. 9.3.- Modelos de emitancia de banda ancha. Modelos de absorción de banda angosta. 9.4.- Traslape de bandas. La aproximación de difusividad. 9.5.- El impacto radiativo infrarrojo de nubes y aerosoles.
10	10. El papel de la radiación en el clima. 10.1 Introducción. 10.2 Forzamientos radiativos. 10.3 Impacto de las nubes en el clima.

<b>Bibliografía Básica:</b>	
Thomas, G.E., Stamnes, K. Radiative Transfer in the Atmosphere and Ocean, (1999). Cambridge University Press.	
<b>Bibliografía Complementaria:</b>	
Liu, K.N. (1980). An Introduction to Atmospheric Radiation, Academic University Press, New York.	
<b>Sugerencias didácticas:</b> Exposición oral <input type="checkbox"/> Exposición audiovisual <input type="checkbox"/> Ejercicios dentro de clase <input type="checkbox"/> Ejercicios fuera del aula <input type="checkbox"/> Seminarios <input checked="" type="checkbox"/> Lecturas obligatorias <input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación <input type="checkbox"/> Prácticas de taller o laboratorio <input type="checkbox"/> Prácticas de campo <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/>	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> Exámenes Parciales <input checked="" type="checkbox"/> Examen final escrito <input checked="" type="checkbox"/> Trabajos y tareas fuera del aula <input checked="" type="checkbox"/> Exposición de seminarios por los alumnos <input type="checkbox"/> Participación en clase <input type="checkbox"/> Asistencia <input type="checkbox"/> Seminario <input type="checkbox"/> Otras: <input type="checkbox"/>
<b>Línea de investigación:</b> Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias	
<b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Matemáticas de la Física			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Geofísica de la Tierra Sólida (Geomagnetismo y Paleomagnetismo) Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
Entender y aplicar los principales métodos analíticos usados para resolver las ecuaciones de la Física más importantes.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	5	5
2	Ecuaciones Diferenciales Parciales de Primer Orden	5	5
3	Ecuaciones Diferenciales Parciales de Segundo Orden	5	5
4	Separación de variables	5	5
5	Método de Transformada y Funciones de Green	6	6
6	Ecuaciones Integrales	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción. 1.1 Ecuaciones Diferenciales Parciales. 1.2 Conceptos Matemáticos Preliminares.
2	2. Ecuaciones Diferenciales Parciales de Primer Orden. 2.1 El método de características. 2.2 Condiciones Frontera. 2.3 Soluciones débiles.
3	3. Ecuaciones Diferenciales Parciales de Segundo Orden. 3.1 Ecuaciones con Coeficientes Constantes. 3.2 Condiciones de frontera. 3.3 Geometría de las Condiciones de Frontera de Cauchy 3.4 Ecuaciones Hiperbólica. 3.5 Ecuaciones Parabólicas. 3.6 Ecuaciones Elípticas.
4	4. Separación de variables. 4.1 El método de separación de variables. 4.2 Funciones ortogonales. 4.3 Series de Fourier. 4.4 Solución de Ecuaciones Diferenciales usando Series de Fourier.
5	5. Método de Transformada y Funciones de Green. 5.1 La Transformada de Fourier. 5.2 La Transformada de Laplace. 5.3 Solución Fundamental de la Ecuación de Difusión.

	5.4 Solución Fundamental de la Ecuación de Poisson. 5.5 Solución Fundamental de la Ecuación de Onda. 5.6 Funciones de Green con Condiciones Frontera. 5.7 Transformada de Fourier y Ondeletras.
6	6. Ecuaciones Integrales. 6.1 Reducción de las Ecuaciones Integrales a Ordinarias.

**Bibliografía Básica:**

Dimitri Vvedenski, Addison Wesley, (1992). Partial Differential Equations with Mathematica

**Bibliografía Complementaria:**

G. Arfken, H. Weber, (1995), Mathematical Methods for Physicists, Academic Press.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( )	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	( )	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	( )	Participación en clase	( )
Lecturas obligatorias	( )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio	( )	Otras:	
Prácticas de campo	( )		
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas.			
<b>Perfil profesiográfico:</b>			
Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente			



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Meteorología General			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el estudiante de las áreas de química atmosférica, física de aerosoles y otras áreas afines, aprenda los conceptos básicos de meteorología y el análisis meteorológico enfocados a cuestiones de contaminación atmosférica.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Modelos conceptuales de la atmósfera	2	2
2	Observaciones meteorológicas	2	2
3	Técnicas de análisis de patrones meteorológicos	2	2
4	Cinemática de la atmósfera	2	2
5	Análisis vertical de la atmósfera	2	2
6	Relación entre vientos y fuerzas de la atmósfera	2	2
7	Masas de aire y el tiempo	4	4
8	Ciclones, anticiclones y frentes atmosféricos	4	4
9	Sistemas convectivos	4	4
10	Controles atmosféricos de la contaminación e isla de calor	4	4
11	Clima y cambio climático	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Modelos conceptuales de la atmósfera. 1.1 Las capas principales de la atmósfera. 1.2 Estructura del movimiento atmosférico de gran escala. 1.3 Atmósfera tropical. 1.4 Estructura de mesoescala.
2	2. Observaciones meteorológicas. 2.1 Observaciones de superficie. 2.2 Observaciones de aire superior. 2.3 Radar meteorológico y perfiladores. 2.4 Observación satelital. 2.5 Otros tipos de instrumentos.
3	3. Técnicas de análisis de patrones meteorológicos. 3.1 Variables y sistemas de coordenadas. 3.2 El análisis gráfico y el análisis numérico. 3.3 Isotacas, líneas de corriente y trayectorias.
4	4. Cinemática de la atmósfera. 4.1 Evaluación del viento geostrófico. 4.2 Curvatura del flujo y cizalla del viento.

	<p>4.3 Vorticidad y divergencia.  4.4 Evaluación del movimiento vertical usando la divergencia.  4.5 Advección.  4.6 Líneas de corriente y velocidad potencial.</p>
5	<p>Análisis vertical de la atmósfera.  5.1 Las variables termodinámicas del aire húmedo.  5.2 El diagrama Skew T-Log p.  5.3 Aplicaciones del diagrama termodinámico.  5.4 Estabilidad térmica e hidrostática de la atmósfera.  5.5 Índices de estabilidad.  5.6 Altura de capa de mezcla.  5.7 Viento térmico.</p>
6	<p>6. Relación entre vientos y fuerzas de la atmósfera.  6.1 Viento geostrófico.  6.2 Viento gradiente.  6.3 El flujo en la capa límite planetaria.</p>
7	<p>7. Masas de aire y el tiempo.  7.1 Clasificación de masas de aire.  7.2 Identificación de patrones de tiempo de gran escala en mapas de superficie.  7.3 Análisis de mesoescala.</p>
8	<p>8. Ciclones, anticiclones y frentes atmosféricos.  8.1 Centro frío y caliente.  8.2 Ciclones y ciclogénesis extra-tropicales.  8.3 Frontogénesis.  8.4 Física de los frentes.  8.5 Tipos de frentes.  8.6 Relación entre frentes y la corriente de chorro en altitud.</p>
9	<p>9. Sistemas convectivos.  9.1 Características ambientales de las tormentas.  9.2 Tormentas locales.  9.3 Súper celdas.  9.4 Sistemas convectivos de mesoescala.  9.5 Ciclones tropicales.</p>
10	<p>10. Controles atmosféricos de la contaminación e isla de calor.  10.1 Efectos de los vientos en el transporte horizontal.  10.2 Efectos de la estabilidad atmosférica.  10.3 Isla de calor urbana: efectos de la radiación solar, flujos de calor latente y calor sensible.</p>
11	<p>11. Clima y cambio climático.  11.1 Definición de clima.  11.2 Clima tropical.  11.3 Clima seco.  11.4 Sistemas de clasificación del clima.  11.5 Definición cambio climático.  11.6 Escala de tiempo del cambio climático.  11.7 Factores involucrados en el cambio climático.</p>

**Bibliografía Básica:**

Moran, J. M. y M. D. Morgan: (1997) Meteorology, Prentice may, New Jersey

**Bibliografía Complementaria:**

Holton, J. R.: (1992). An Introduction to Dynamic Meteorology, Academic Press, San Diego

<b>Sugerencias didácticas:</b> Exposición oral (X) Exposición audiovisual ( ) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias ( ) Trabajo de Investigación ( ) Prácticas de taller o laboratorio (X) Prácticas de campo ( ) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> Exámenes Parciales ( ) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase ( ) Asistencia ( ) Seminario ( ) Otras:
<b>Línea de investigación:</b> Física de la Atmósfera	
<b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Meteorología Tropical			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Meteorología), Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Geología, Geofísica, Exploración, Aguas Subterráneas, Percepción de Remota	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Analizar las características de la circulación atmosférica tropical y entender los mecanismos que las generan y mantienen.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción a los sistemas tropicales	2	2
2	Revisión de la ecuaciones dinámicas para los trópicos	2	2
3	Convección en los trópicos	4	4
4	Teoría de ondas ecuatoriales	4	4
5	Mecanismo generadores de ondas tropicales	4	4
6	Observaciones de perturbaciones tropicales (huracanes)	4	4
7	Circulaciones monzónicas	4	4
8	Oscilaciones tropicales de baja frecuencia	4	4
9	Interacciones trópicos-extratrópicos	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción a los sistemas tropicales. 1.1 La circulación en los trópicos. 1.2 Los sistemas de escalas sinóptica.
2	2. Revisión de las ecuaciones dinámicas para los trópicos. 2.1 Las ecuaciones de movimiento. 2.2 La ecuación de energía termodinámica.
3	3. Convección en los trópicos. 3.1 Importancia de la convección en los trópicos. 3.2 Dinámica de la convección en los trópicos. Nubes cúmulos. 3.3 Modelos simples de convección en los trópicos.
4	4. Teoría de ondas ecuatoriales. 4.1 Modelo de aguas someras. 4.2 Ondas ecuatoriales atrapadas: Kelvin, Rossby, Rossby-gravedad mezcladas. 4.3 Generación de ondas ecuatoriales.
5	5. Mecanismo generadores de ondas tropicales. 5.1 Las ondas del este. 5.2 Inestabilidad barotrópica. 5.3 Teoría CISK.
6	6. Observaciones de perturbaciones tropicales (huracanes). 6.1 Climatología de los huracanes.

	6.2 Dinámica de los huracanes. 6.3 Modelos simples de la dinámica de los huracanes.
7	7. Circulaciones monzónicas. 7.1 El monzón en Asia y África. 7.2 El monzón de Norte América.
8	8. Oscilaciones tropicales de baja frecuencia. 8.1 La oscilación de los 40-50 días en los trópicos. 8.2 El fenómeno de El Niño. 8.3 La oscilación cs-bienal.
9	9 Interacciones trópicos-extratrópicos. 9.1 Propagación meridional de ondas. 9.2 Las plumas tropicales. 9.3 Nortes y bajas segregada sobre México.

**Bibliografía Básica:**

Holton, (1992). An Introduction to dynamic meteorology. Ed. Academic Press.

**Bibliografía Complementaria:**

Philander, (1989). El Niño La Niña and the Southern Oscillation. Ed. Academic Press.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( )	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	( )	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	( )	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	( )	Participación en clase	( )
Lecturas obligatorias	( )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio	(X)	Otras:	
Prácticas de campo	( )		
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias, Geología, Geofísica, Exploración, Aguas Subterráneas, Percepción de Remota			
<b>Perfil profesional:</b>			
Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente			



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Oceanografía Física				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Meteorología)		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	64
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 El propósito del curso es introducir los conceptos centrales y las ideas contemporáneas de la Oceanografía Física haciendo énfasis en el significado y aplicación más que en su derivación física y manejo matemático.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Panorama de la Oceanografía Física	2	2
2	.La fisiografía del Océano Mundial	2	2
3	Forzamiento atmosférico	2	2
4	Características físicas elementales del Agua de Mar	4	4
5	Modelos físico-matemáticos de los Principios de Conservación aplicados al Océano	2	2
6	La circulación general del océano	4	4
7	Ondas en el Océano	4	4
8	Mareas y procesos costeros	4	4
9	.La observación y medición de variables físicas del océano	4	4
10	.Descripción de modelos numéricos de la circulación del océano	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1. Panorama de la Oceanografía Física. 1.1 Propósitos, estructura y métodos de la Oceanografía Física. 1.2 Marco y evolución histórica de la Oceanografía Física. 1.3 La Oceanografía Física contemporánea: conceptos fundamentales, observación del océano, modelación numérica de la dinámica oceánica y experimentación.
<b>2</b>	2. La fisiografía del Océano Mundial. 2.1 Dimensiones fundamentales de la Tierra y los rasgos elementales de las cuencas oceánicas. 2.2 Evolución geológica del Océano.
<b>3</b>	3. Forzamiento atmosférico. 3.1 Viento. Circulación general de la tropósfera. Celdas de Hadley y Ferrel. 3.2 Flujos de Calor. Radiación solar y procesos radiativos. 3.3 El ciclo hidrológico de la Tierra. 3.4 Procesos de interacción océano-atmósfera.
<b>4</b>	4. Características físicas elementales del Agua de Mar. 4.1 Temperatura. Distribución espacial característica de la temperatura del océano. Termoclina estacional vs. termoclina permanente. Perfiles verticales típicos de la temperatura. 4.2 Salinidad. Distribución espacial característica de la salinidad del océano. Haloclinas. Perfiles verticales típicos de la salinidad. 4.3 Densidad. Distribución espacial característica de la densidad del océano. Piconclinas. Perfiles verticales típicos de la densidad.

	4.4 Ecuación de estado del agua de mar. 4.5 Masas de Agua y Tipos de Agua.
5	5. Modelos físico-matemáticos de los Principios de Conservación aplicados al Océano. 5.1 Conservación de Masa. Ecuación de Continuidad. 5.2 Sistemas de referencia no-inerciales. Aceleración de Coriolis. 5.3 Conservación de Momento. Ecuaciones de movimiento. 5.4 Conservación de Energía.
6	6 La circulación general del océano. 6.1 Equilibrio hidrostático. El geopotencial. 6.2 Movimiento inercial. Aceleración local versus Coriolis. 6.3 El estrato de Ekman. Fricción y flujo de momento. 6.4 Equilibrio geostrófico y corrientes geostróficas. 6.5 Circulación inducida por los vientos dominantes: alisios y contralisios. La solución de Sverdrup. 6.6 Vorticidad y el principio de Conservación de la Vorticidad. 6.7 Potencial. 6.8 Las masas de agua y la circulación termohalina del 6.10 Océano Mundial. 6.9 La circulación del océano en latitudes ecuatoriales. 6.10 Descripción, geografía y nomenclatura de la Circulación 6General del Océano. 6.11 Circulación en los mares de México y aguas oceánicas 6adyacentes.
7	7. Ondas en el Océano. 7.1 Olas. Ondas de gravedad en la superficie del mar. 7.2 Teoría lineal del oleaje. 7.3 Ondas internas. Estratificación del océano. Estabilidad estática y frecuencia de Brunt-Väisälä. 7.4 Ondas inercio-gravi-rotacionales: Ondas de Poicarè y de Sverdrup. 7.5 Ondas que manifiestan los efectos de frontera: Ondas de Kelvin. 7.6 Ondas planetarias: Ondas de Rossby y ondas topográficas.
8	8. Mareas y procesos costeros. 8.1 Fuerza generadora de la marea oceánica. 8.2 Modelos teóricos de la marea oceánica. 8.3 Predicción de mareas. 8.4 Maremotos y otros sucesos marinos extremos. 8.5 Mareas internas. 8.6 Circulación del mar sobre la plataforma continental. 8.7 Oleaje costero, la playa y la zona de rompientes.
9	9. La observación y medición de variables físicas del océano. 9.1 Importancia de medir variables físicas del océano. 9.2 Variables ambientales: temperatura, salinidad, presión. 9.3 Métodos (Eulerianos y Lagrangianos) e instrumentación para medir corrientes en el mar. 9.4 Nivel del mar y altimetría. 9.5 Percepción remota y Oceanografía Satelital. 9.6 Oceanografía Operacional.
10	10. Descripción de modelos numéricos de la circulación del océano. 10.1 Modelos numéricos de la circulación del océano. 10.2 Discusión de algunos ejemplos específicos. 10.3 Modelos de laboratorio.

**Bibliografía Básica:**

Apel, J. R. (1987) Principles of Ocean Physics. New York: Academic Press.

Davis, R. A. (1987) Oceanography: An Introduction to the Marine Environment. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers.

**Bibliografía Complementaria:**

Pedlosky, J. (1996) Ocean Circulation Theory. Berlin: Springer-Verlag.

Pickard, G. L. and W. J. Emery (1990) Descriptive Physical oceanography. An Introduction. Fifth enlarged edition. Oxford: Pergamon Press.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( )	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	( )	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	( )	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	(X)	Participación en clase	( )
Lecturas obligatorias	( )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio	( )	Otras:	
Prácticas de campo	( )		
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Física de la Atmósfera			
<b>Perfil profesiográfico:</b>			
Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.			



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Modelación Matemática y Computacional de Sistemas Terrestres I				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Geofísica de la Tierra Sólida (Geodinámica y geofísica Marina)		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

**Seriación:** Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Familiarizar al estudiante con el planteamiento de los modelos físicos y matemáticos mas importantes en Ciencias de la Tierra, utilizando una teoría unificada que permite su enseñanza de manera mas eficiente.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación axiomática de los modelos basicos	2	2
2	Mecanica de los sistemas continuos clasicos	2	2
3	Mecánica de sistemas continuos no clasicos	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	Sistemas multifásicos de la geohidrología	4	4
8	Recuperación mejorada de aceite	4	4
9	Elasticidad lineal	4	4
10	Mecanica de fluidos	4	4
<b>Total de horas:</b>		32	32
<b>Suma total de horas:</b>		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	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.
<b>2</b>	2. Mecanica de los Sistemas Continuos Clasicos. 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 interna. 2.6 Bases para el transporte del calor.
<b>3</b>	3. Mecánica de Sistemas Continuos no Clasicos 3.1 Sistemas multifásicos. 3.2 Transporte de solutos. 3.3 Modelos básicos de la producción petrolera.
<b>4</b>	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.
<b>5</b>	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 dispersión mecánica. 6.2 Ecuaciones diferenciales que gobiernan el transporte de solutos. 6.3 Problemas de transporte bien planteados.
7	7. Sistemas Multifásicos de la Geohidrología. 7.1 El caso de flujo saturado y el sistema agua-aire. 7.2 Transporte de múltiples especies: caso flujo saturado. 7.3 Condiciones de frontera y problemas bien planteados.
8	8. Recuperación Mejorada de Aceite. 8.1 Formulación axiomática de los modelos de la producción petrolera. 8.2 El modelo de petróleo negro. 8.3 El modelo composicional.
9	9. Elasticidad Lineal. 9.1 Elasticidad lineal en sólidos. 9.2 Análisis deformación-esfuerzos. 9.3 Materiales isotrópicos. 9.4 Modelos estáticos y modelos dinámicos.
10	10. Mecánica De Fluidos. 10.1 Ecuaciones de Navier-Stokes. 10.2 Fluidos incompresibles y compresibles. 10.3 La teoría de aguas poco profundas.

**Bibliografía Básica:**

Malvern, L.E., (1960). Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium Prentice Hall  
Ames, W.F., (1977). Numerical Methods for Partial Differential Equations, Academic Press.

**Bibliografía Complementaria:**

Lapidus L., Pinder, G.F., (1982). Numerical Solution of Partial Differential Equations, J. Wiley.  
Huyakorn, P.S., Pinder, G.F., Computational Methods in Subsurface

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral (X)</p> <p>Exposición audiovisual (X)</p> <p>Ejercicios dentro de clase (X)</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias (X)</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio (X)</p> <p>Prácticas de campo (X)</p> <p>Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito (X)</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula ( )</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ( )</p> <p>Participación en clase ( )</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario (X)</p> <p>Otras:</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Geofísica</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> <b>Programa de actividad académica</b>	
---	---	---

<b>Denominación:</b> Gestión Integral del Riesgo			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Geofísica de la Tierra Sólida (Vulcanología) Geofísica de la Tierra Sólida (Sismología) Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota Geología (Estratigrafía y Paleontología) Geología (Depósitos Minerales y Sistemas Hidrotermales) Geología (Estructural y Tectónica) Geología (Geoquímica y Petrología) Ciencias Ambientales y Riesgo Geología (Caracterización de Cuencas Sedimentarias)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso Avanzado	<b>Duración del programa:</b> Semestral		
<b>Horas al Semestre</b>			
64			

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> <p>En base a lo procesos anteriormente citados, el objetivo del curso que se presenta se centra en el análisis de la implementación de los planes y programas de mitigación de riesgo sólo puede ser viable si los principales actores sociales (Estado y Sociedad Civil) se asumen una acción de corresponsabilidad concertada, que presupone el desarrollo de un valor ético tendiente a la construcción de una Cultura de la Prevención.</p> <p>A partir del conocimiento de la lógica de acción de los actores sociales que operan en la producción de la ciudad, principalmente el Estado, conocer los límites teóricos y analíticos de una acción planificadora y de gestión en la producción social del espacio, a fin de reducir las presiones que la ciudad ejerce sobre los ecosistemas y de la construcción del riesgo urbano.</p> <p>Se pretende explorar nuevas vías de reflexión que den viabilidad a modelos alternativos de desarrollo urbano orientados a la mitigación del riesgo, no degradantes del medio ambiente, a partir del reconocimiento de las contradicciones sociales subyacentes y del establecimiento de un principio ético de corresponsabilidad.</p> <p>Se discutirá el impacto socioeconómico de los desastres. Se conocerán las metodologías de evaluación de los daños y las características del manejo de riesgos en México.</p>

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	La Gestión del Riesgo Urbano	7	7
2	Hacia una gestión integral, participativa y efectiva, del riesgo	7	7
3	El impacto económico de los desastres	6	6
4	Metodología de evaluación del impacto de los desastres	6	6
5	El manejo de Riesgos en México	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. La Gestión del Riesgo Urbano. 1.2 Los límites de la racionalidad instrumental. 1.3 La planificación y gestión urbana del riesgo. 1.4 Planificación sustantiva y procesual. 1.5 El medio ambiente como objeto de Planeación urbano-regional.

	<p>1.6 La naturaleza integral del riesgo y el recorte sectorial de la administración pública.</p> <p>1.7 Instrumentos de gestión urbana: impuestos, subsidios, el principio del que contamina paga, etc.</p> <p>1.8 Los límites conceptuales de los análisis de impacto y de los indicadores ambientales. Gestión del Riesgo Gobernabilidad El manejo sustentable de recursos.</p>
2	<p>2. Hacia una gestión integral, participativa y efectiva, del riesgo.</p> <p>2.1 De la voluntad a la viabilidad política: Los límites normativos de la legislación ambiental.</p> <p>2.2 Los retos de la construcción de acuerdos y de consensos y resolución de conflictos.</p> <p>2.3 Ética, medio ambiente y el principio de responsabilidad: hacia un nuevo sistema axiológico.</p>
3	<p>3. El impacto económico de los desastres.</p> <p>3.1 Impacto económico de los desastres en América Latina.</p> <p>3.2 Los desastres en México en el período 1980-2005.</p> <p>3.3 El riesgo económico de los desastres por fenómenos geológicos, hidrometeorológicos y antropogénicos.</p>
4	<p>4. Metodología de evaluación del impacto de los desastres.</p> <p>4.1 En la infraestructura social.</p> <p>4.2 En la infraestructura económica.</p> <p>4.3 En los sectores productivos.</p> <p>4.4 En el medio ambiente.</p>
5	<p>5. El manejo de Riesgos en México.</p> <p>5.1 Estructura institucional.</p> <p>5.2 Ley de Protección Civil.</p> <p>5.3 El financiamiento de los desastres.</p> <p>5.4 Los mapas de riesgo.</p> <p>5.5 Sistemas de alertamiento.</p> <p>5.6 Atención de la emergencia.</p> <p>5.7 Rehabilitación.</p> <p>5.8 Reconstrucción.</p>

**Bibliografía Básica:**

Innes, Judith (1995). Planning Theory's Emerging Paradigm: Communicative Action and Interactive Practice, *Journal of Planning Education and Research* 14, No. 3, pág. 183-189.

**Bibliografía Complementaria:**

Pascual, Esteve Josep Maria (2001). De la planificación a la gestión estratégica de las ciudades, Diputación de Barcelona, Oficina de la Xarxa Barcelona, Municipis de Qualitat, Barcelona, España.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral (X)</p> <p>Exposición audiovisual (X)</p> <p>Ejercicios dentro de clase (X)</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios ( )</p> <p>Lecturas obligatorias (X)</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ( )</p> <p>Prácticas de campo ( )</p> <p>Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito ( )</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ( )</p> <p>Participación en clase (X)</p> <p>Asistencia ( )</p> <p>Seminario ( )</p> <p>Otras: El curso se evaluará con control de lectura, presentación de temas, un examen parcial y el desarrollo de un ensayo final.</p> <p>Exámen parcial (30%)</p> <p>Participación y presentaciones en clases (30%)</p> <p>Ensayo final o trabajo de investigación (40%)</p>
<p><b>Línea de investigación:</b></p> <p>Riesgos por Fenómenos Naturales</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b></p> <p>Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Física de nubes. dinámica			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		
<b>Horas al Semestre</b>			64

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa ( X )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Presentar los conceptos fundamentales que rigen el desarrollo y la evolución de los distintos tipos de nubes

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	4
2	Revisión de principios básicos	4	4
3	Convección desde fuentes puntuales (sin cambio de fase)	4	4
4	Convección desde superficies (sin cambio de fase)	4	4
5	Características y Dinámica de nubes estratocumulus	4	4
6	Dinámica de nubes cumulus sin precipitación	4	4
7	Características de convección profunda	4	4
8	Dinámica de convección profunda	4	4
<b>Total de horas:</b>		32	32
<b>Suma total de horas:</b>		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción. 1.1 Climatología a escala global. 1.2 Características generales de nubes estratocumulus, cirrus y cumulus.
2	2. Revisión de principios básicos. 2.1 Definiciones de convección y flotabilidad. 2.2 Aproximación de Boussinesq. 2.3 Aproximación anelástica.
3	3. Convección desde fuentes puntuales (sin cambio de fase). 3.1 Revisión de teoría de similitud. 3.2 Plumas en medio ambiente neutro. 3.3 Térmicas en medio ambiente neutro. 3.4 Plumas y térmicas en ambiente estratificado.
4	4. Convección desde superficies (sin cambio de fase). 4.1 Rayleigh-Taylor y Benard: análisis lineal. 4.2 Efecto de la rotación. 4.3 Efecto de cortante de viento.
5	5. Características y Dinámica de nubes estratocumulus. 5.1 Observaciones de propiedades microfísicas y radiativas. 5.2 Dinámica de estratocumulus nocturnas. 5.3 Evolución diurna.
6	6. Dinámica de nubes cumulus sin precipitación.

	6.1 Inestabilidades en la interfase nube y aire no saturado. 6.2 Observaciones del proceso de adentramiento y mezcla en cumulus de poco desarrollo vertical. 6.3 Plumas y térmicas con cambio de fase.
7	7. Características de convección profunda. 7.1 Observaciones en nubes cumulus de gran desarrollo vertical. 7.2 Tormentas intensas con electrificación. 7.3 Líneas de convección. 7.4 Complejos convectivos de mesoescala.
8	8. Dinámica de convección profunda. 8.1 Respuesta de fluidos estratificados a fuentes de calor localizadas. 8.2 Efectos dinámicos de la precipitación. 8.3 Convección profunda en 3 dimensiones. 8.4 Dinámica no-lineal de líneas de convección.

**Bibliografía Básica:**

Cotton, W. and R. Anthes: Storm and cloud dynamics, Academic Press.  
Emanuel, K.: Atmospheric convection, Oxford University Press.

**Bibliografía Complementaria:**

Houze, R.: Cloud dynamics, Academic Press.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( )	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	( )	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	( )	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	( )	Participación en clase	( )
Lecturas obligatorias	( )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	( )	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio	(X)	Otras:	
Prácticas de campo	( )		
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Física de la Atmósfera			
<b>Perfil profesiográfico:</b>			
Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente			



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Física de Partículas Atmosféricas			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Proveer al estudiante los conceptos teóricos sobre la formación y evolución de partículas en la atmósfera, así como el rol de las mismas en el balance radiativo global y en la formación de precipitación.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Caracterización general, procesos de formación y evolución	10	10
2	Interacción de partículas con radiación	10	10
3	Efecto directo y efecto indirecto de partículas en la atmósfera	12	12
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
<b>1</b>	1. Caracterización general, procesos de formación y evolución . 1.2 Parámetros que determinan el comportamiento: tamaño, concentración, funciones de distribución, composición química . 1.3 Fuentes de partículas: naturales versus antropogénicas, partículas marinas, de suelo, biológicas, partículas estratosféricas. 1.4 Procesos de formación: conversión de gas a partícula, nucleación homogénea y heterogénea, efectos turbulentos. 1.5 Procesos de colisión y coalescencia: movimiento browniano, electroforesis, termoforesis, colisiones en flujo laminar, colisiones en flujo turbulento. 1.6 Procesos de transporte: difusión, respuesta a campos de fuerzas externas, difusión convectiva en flujo laminar y en flujo turbulento, transporte inercial, sedimentación seca, sedimentación húmeda . 1.7 Ecuación dinámica general (EDG) de la distribución de tamaño: ecuación para una distribución continua y aproximación discreta, coagulación y nucleación como limitantes al proceso de conversión gas-partícula, ecuación dinámica para la concentración numérica de partículas, EDG para flujo turbulento y plumas en chimeneas, coagulación y sedimentación por convección.
<b>2</b>	2. Interacción de partículas con radiación. 2.1 Revisión de conceptos de transferencia radiativa, radiación en el tope de la atmósfera, composición y estructura térmica de la atmósfera. 2.2 Absorción de radiación ultravioleta, visible e infrarroja en la atmósfera. 2.3 Dispersión de Rayleigh y teoría de Mie para partículas esféricas. 2.4 Espesor óptico. 2.5 Dispersión múltiple. 2.6 Modelos de 2 flujos (2-stream) para capas de partículas.
<b>3</b>	3. Efecto directo y efecto indirecto de partículas en la atmósfera.

	3.1 Impacto radiativo de tormentas de polvo y arena. 3.2 Impacto radiativo en áreas industriales y urbanas. 3.3 Impacto radiativo de partículas en la estratosfera. 3.4 Crecimiento de partículas por condensación en ambiente subsaturado, rol de partículas en la formación de nubes (ambiente saturado) y en el desarrollo de la precipitación. 3.5 Propiedades ópticas y radiativas de nubes naturales y de nubes en ambientes contaminados. 3.6 Impacto radiativo global de nubes desarrolladas en ambientes contaminados.
--	--

**Bibliografía Básica:**

Bohren and Huffman, 1983: Absorption and scattering by small particles.  
 Liou, K.N, 2002: An introduction to atmospheric radiation, 2nd Edition, Academic Press

**Bibliografía Complementaria:**

Pruppacher and Klett, 1995: Microphysics of clouds and precipitation, 2nd Edition, Reidel.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> <p>Exposición oral <input type="checkbox"/></p> <p>Exposición audiovisual <input type="checkbox"/></p> <p>Ejercicios dentro de clase <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Ejercicios fuera del aula <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Seminarios <input type="checkbox"/></p> <p>Lecturas obligatorias <input type="checkbox"/></p> <p>Trabajo de Investigación <input type="checkbox"/></p> <p>Prácticas de taller o laboratorio <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Prácticas de campo <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Otros:</p>	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> <p>Exámenes Parciales <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Examen final escrito <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos <input type="checkbox"/></p> <p>Participación en clase <input type="checkbox"/></p> <p>Asistencia <input type="checkbox"/></p> <p>Seminario <input type="checkbox"/></p> <p>Otras:</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> Física de Nubes</p>	
<p><b>Perfil profesional:</b> Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente</p>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Técnicas de Medición de Partículas Atmosféricas			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación) Ciencias Espaciales y Planetarias	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa ( X )

**Actividad académica antecedente:** Técnica de Muestreo y Análisis de Contaminantes Atmosféricos.

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Capacitar al estudiante sobre los conceptos básicos de la ciencia de mediciones de partículas

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Revisión de las propiedades de partículas	6	6
2	Procedimientos estándar para muestreos	6	6
3	Mediciones de las propiedades físicas	6	6
4	Mediciones de las propiedades ópticas	7	7
5	Estimación de la composición	7	7
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Revisión de las propiedades de partículas. 1.1 Papel de partículas en la atmósfera. 1.2 Fuentes de partículas. 1.3 Propiedades físicas. 1.4 Propiedades ópticas. 1.5 Propiedades químicas.
2	2. Procedimientos estándar para muestreos. 2.1 Teoría de muestreo. 2.2 Pérdidas e incertidumbres en el sistema del muestreo. 2.3 Consideraciones en el diseño del sistema del muestreo.
3	3. Mediciones de las propiedades físicas. 3.1 Concentración por número. 3.2 Concentración por masa. 3.3 Tamaño. 3.4 Velocidad de caída.
4	4. Mediciones de las propiedades ópticas. 4.1 Coeficientes de dispersión, absorción, extinción y retrodispersión. 4.2 Factor de asimetría. 4.3 Espesor óptico.
5	5. Estimación de la composición.

	5.1 Elemental. 5.2 Inorgánica. 5.3 Orgánica. 5.4 Higroscopicidad.
--	--

<b>Bibliografía Básica:</b>
McMurray, P.H., 2000: A review of atmospheric aerosol measurements, Atmospheric Environment.
<b>Bibliografía Complementaria:</b>
Willeke, K. and Baron, P.A., 2001: Aerosol measurement: Principles, Techniques, and Applications. Second addition: Van Norstrand Reinhold, N.Y.

<b>Sugerencias didácticas:</b> Exposición oral (X) Exposición audiovisual ( ) Ejercicios dentro de clase ( ) Ejercicios fuera del aula ( ) Seminarios ( ) Lecturas obligatorias ( ) Trabajo de Investigación ( ) Prácticas de taller o laboratorio (X) Prácticas de campo (X) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase ( ) Asistencia ( ) Seminario ( ) Otras:
<b>Línea de investigación:</b> Física de la Atmósfera	
<b>Perfil profesional:</b> Investigador o Profesor con el grado del Doctor o Maestría en el campo correspondiente	



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> Escenarios de Riesgo				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección		<b>Horas</b>	<b>Horas por semana</b>	<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**  
 Identificar los principales factores que deben integrar un escenario de riesgo, con el fin de evaluar la eventual ocurrencia de un desastre en un territorio determinado y bajo condiciones sociales y ambientales específicas. Asimismo, se conocerán las premisas básicas que deben guiar la acción en un proceso de gestión o de reducción del riesgo, por parte de actores sociales distintos.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Factores constitutivos del riesgo	8	8
2	Riesgo de desastre: categorías y nociones básicas	8	8
3	Elementos básicos para la construcción de un escenario de riesgo	8	8
4	Metodologías para la construcción de escenarios y la evaluación de niveles de riesgo	8	8
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Factores constitutivos del riesgo 1.1 La Amenaza: origen y tipos de amenazas. 1.2 La Vulnerabilidad: componentes y dinámica. 1.3 Origen y relación entre amenazas y vulnerabilidad. 1.4 Construcción y dinámica de la vulnerabilidad.
2	2. Riesgo de desastre: categorías y nociones básicas. 2.1 Cambios en el paradigma: del desastre al riesgo. 2.2 Conceptos básicos. 2.3 Desastres pequeños y medianos. 2.4 Diferencia de magnitud e importancia de estudio. 2.5 Impacto acumulado de los pequeños eventos.
3	3. Elementos básicos para la construcción de un escenario de riesgo. 3.1 ¿Qué es un escenario de riesgo?. 3.2 Integración vertical y horizontal de factores constitutivos del riesgo. 3.3 Análisis de factores e indicadores de riesgo. 3.4 ¿Qué es el riesgo aceptable? . 3.5 Límites entre el riesgo aceptable e inaceptable.
4	4. Metodologías para la construcción de escenarios y la evaluación de niveles de riesgo. 4.1 Modelos existentes de evaluación de riesgo: aportes y limitaciones. 4.2 Análisis de metodologías para la elaboración de escenarios de riesgo: métodos técnicos y participativos. Diseños de metodologías alternativas. Análisis crítico de experiencias recientes de gestión del riesgo en América Latina. Impacto social.

--	--

**Bibliografía Básica:**

Beck, U. (1992). Risk Society: Towards a New Modernity. Sage, London.  
 Hewitt, K. (1997). Regions of Risk, Longmans.

**Bibliografía Complementaria:**

Kreps, G. (ed.) (1989). Social Structure and Disaster. Associated University Press, Toronto.

**Sugerencias didácticas:**

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

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

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( )
Seminario	( )
Otras:	( )

**Línea de investigación:**

Geología

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> <b>Programa de actividad académica</b>	
---	---	---

<b>Denominación:</b> Evaluación de Peligros y Riesgos			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo; Exploración, Geofísica, Geología, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Los conceptos de peligros y riesgos naturales, así como de mitigación del riesgo no cuentan con un sitio definido en las clasificaciones establecidas de disciplinas científicas. Sin embargo, sus contribuciones a los campos del conocimiento y de la ética han logrado que estos nuevos campos de investigación adquieran un valor propio. Surge la necesidad de estructurar y sistematizar esos campos para lograr esquemas de análisis y proceso de las ideas que permitan integrar el estudio de los riesgos y su mitigación al campo del método científico. Con ello se espera desarrollar la capacidad para elaborar metodologías que lleven a la correcta interpretación de los datos disponibles, en los casos de: la actividad volcánica precursora, por inestabilidad de laderas, y por sismos, así como la susceptibilidad del entorno a ser dañado. Además de la adecuada toma de decisiones, integrando la información de las diversas disciplinas que están involucradas en estos fenómenos, mediante un lenguaje común.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	7	7
2	Peligro y Riesgo Sísmico	7	7
3	Peligro y Riesgo Volcánico	6	6
4	Peligros y Riesgos por Deslizamientos	6	6
5	Estudio y Análisis de Casos Reales	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Introducción. 1.1 Conceptos y definiciones. 1.2 Peligros naturales de origen geológico. 1.3 Concepto de riesgo. 1.4 Elementos del peligro y del riesgo. 1.5 Catástrofes y Desastres. 1.6 Métodos de la Ciencia para la Evaluación del Peligro y del Riesgo con el objetivo de evitar Desastres.
2	2. Peligro y Riesgo Sísmico 2.1 Peligro sísmico. 2.2 Introducción a los Sismos. Conceptos fundamentales. 2.3 Movimiento del terreno. Fallas superficiales. Deformación del terreno. 2.4 Deslizamientos de tierra y avalanchas. Licuefacción. 2.5 Sismicidad inducida. 2.6 Tsunamis. 2.7 El régimen sísmico. 2.8 Catálogo de terremotos para lograr la caracterización de la ocurrencia de terremotos en una región. 2.9 Intensidad, magnitud, Momento y energía. 2.10 Características y tectónica de sismos regionales.

	<p>2.11 Preparación de mapas de zonas sísmicas como base de las estimaciones de peligro sísmico.  2.12 Fundamentos teóricos de la estimación del peligro sísmico  2.13 Mapas de zonas sísmicas, y estimación de las magnitudes máximas asociadas a cada una de ellas.  2.14 Códigos de construcción.  2.15 Modelos para estimar el peligro sísmico.  2.16 Programas de cálculo.  2.17 Riesgo sísmico vs. peligro sísmico.  2.18 Elementos constitutivos del riesgo sísmico: peligro, vulnerabilidad y costo así como de su interrelación.  2.19 Relación sismólogo - ingeniero_sísmico - tomador de decisión.  2.20 Vulnerabilidad sísmica.  2.21 Planeación para desastres sísmicos.  2.22 Predicción sísmica, evaluación, estado de arte y estudio de algunos casos.  2.23 Ingeniería sísmica y movimientos fuertes.  2.24 Aceleración pico y movimientos fuertes.  2.25 Respuesta espectral, registros de velocidad y aceleración.  2.26 Atenuación sísmica y escalamiento.  2.27 Diseño sísmico y reglamentos de construcción.  2.28 Respuesta de edificios al movimiento sísmico.  2.29 El riesgo sísmico. Tendencias actuales.</p>
3	<p>3.Peligro y Riesgo Volcánico  3.1 Naturaleza de los Peligros Volcánicos.  3.2 Peligros asociados a la actividad efusiva.  3.3 Peligros asociados a la actividad explosiva.  3.4 Peligros asociados a derrumbes volcánicos.  3.5 Peligros Asociados a lahares.  3.6 Peligros Asociados a gases volcánicos.  3.7Análisis del Peligro Volcánico.  3.8 Identificación y Caracterización de Volcanes Peligrosos.  3.9 Fenómenos Precursores, Signos de Actividad y Erupciones.  3.10 Zonificación de Peligros Volcánicos.  3.11Construcción de Mapas de Peligros Volcánicos.  3.12 Mapas de Peligro Volcánico.  3.13 Riesgos Volcánicos.  3.14 Vulnerabilidad.  3.15 Riesgo y Vigilancia de la Actividad Volcánica.  3.16 Crisis Volcánicas y Respuesta a las Emergencias.</p>
4	<p>4.Peligros y Riesgos por Deslizamientos.  4.1 Introducción.  4.2 Inestabilidad de laderas.  4.3Terminología, causas y clasificaciones.  4.4 Factores de inestabilidad.  4.5 Rasgos superficiales y síntomas característicos de inestabilidad.  4.6 Métodos de evaluación de peligros por inestabilidad de laderas.  4.7Mapeo.  4.1Inventarios.  4.2 Índices.  4.3 Instrumentación y monitoreo.  4.4 Factores condicionantes.  4.5 Factores desencadenantes.  4.6 Desarrollo de índices de evaluación de peligro en gabinete.  4.7 Desarrollo de índices de evaluación de peligro en campo.  4.8Evaluación de vulnerabilidad.  4.9 Desarrollo de índices de evaluación de vulnerabilidad en gabinete.  4.10 Desarrollo de índices de evaluación de vulnerabilidad en campo.  4.11 Evaluación de riesgo.  4.12 Implementación práctica de evaluación de riesgo en función de las condiciones de sitio.</p>
5	<p>5.Estudio y Análisis de Casos Reales.</p>

**Bibliografía Básica:**

Scarpa R., Tilling R.I. Monitoring and Mitigation of Volcano Hazards, 1996  
Dai, F.C., Lee C.F., 2002. Landslide characteristics and, slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. Geomorphology 42 (3-4), 213-228.

**Bibliografía Complementaria:**

Seismic Hazard and Risk Analysis. Robin K. McGuire, 2004, pp240.

<b>Sugerencias didácticas:</b> 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 (X) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> 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 (X) Seminario (X) Otras:	
<b>Línea de investigación:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo; Exploración, Geofísica, Geología, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias		
<b>Perfil profesiográfico:</b> Investigador o Profesor con grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.		



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Técnica de Muestreo y Análisis de Contaminantes Atmosféricos			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas (Físico-Química) Ciencias Atmosféricas (Física de Nubes e interacción Micro y Mesoescala) Ciencias Atmosféricas (Meteorología) Ciencias Atmosféricas (Contaminación)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

**Seriación:** Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa ( X )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Técnicas de Medición de Partículas Atmosféricas

**Objetivo general:**  
 Al finalizar el curso el alumno conocerá y comprenderá los diversos métodos de análisis de contaminantes atmosféricos. Así mismo podrá discernir entre los diferentes equipos para una selección adecuada dependiendo del objetivo del monitoreo.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	6	6
2	Equipos de medición de volumen y flujo de gases	6	6
3	Principios de colección de contaminantes gaseosos	5	5
4	Principios y técnicas de Muestreo de Gases usados en redes de monitoreo y muestreo atmosférico	5	5
5	Métodos fotométricos	5	5
6	Métodos de análisis para compuestos traza y radicales	5	5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
1	1.Introducción 1.1Conceptos básicos de gases tóxicos y contaminantes criterio. Presión, temperatura, gases ideales, densidad de gas, Concentración de contaminantes, ecuación de Bernoulli. Cncentraciones ambientales y su relación con los inventarios de emisiones. Métodos oficiales en México (NOM)
2	2.Equipos de medición de volumen y flujo de gases 2.1Espirómetro, gasómetro seco, gasómetro húmedo, medidor de burbuja. placas de orificio, venturi, tubo capilar, rotámetros, medidores de masa.
3	3.Principios de colección de contaminantes gaseosos 3.1Introducción. Adsorción. Adsorción. Otros métodos de muestreo de gases. Impactores (absorbedores), adsorbedores. Sistemas criogénicos.
4	4.Principios y técnicas de Muestreo de Gases usados en redes de monitoreo y muestreo atmosférico. 4.1Métodos fotométricos. 4.2Espectroscopia de absorción ultravioleta. 4.3Espectroscopia de absorción infrarroja. 4.4Espectrofotometría fluorescente. 4.5Analizadores quimicoluminiscentes. 4.6Cromatografía de gases.

	4.7 Detector de inoización de flama.
5	5.Métodos de trayectoria abierta para el monitoreo de contaminantes. 5.1En el infrarrojo (pe. FTIR) . 5.2En el ultravioleta y visible (pe.DOAS, LIDAR).
6	6.Métodos de análisis para compuestos traza y radicales. 6.1Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos. 6.2 Radicales OH (LIF) .

**Bibliografía Básica:**

Wight, Gregory D., 1994. Fundamentals of Air Sampling, Lewis Publishers USA.  
Lodge Jr. James, 1988, Methods of Air Sampling and Analysis Lewis Publishers USA. Pp 764

**Bibliografía Complementaria:**

Manahan, Stanley; 1993. Environmental Chemistry, Lewis publishers USA

**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	(X)
Otros:	

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

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( )
Seminario	( )
Otras: Tareas y 2 exámenes	

**Línea de investigación:**

Geofísica de la Tierra Sólida, Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**Programa de actividad académica**



<b>Denominación:</b> Modelación Matemática y Computacional de Sistemas Terrestres II			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Exploración, Aguas subterráneas, Modelación y Percepción Remota Geología (Caracterización de Cuencas Sedimentarias)	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( ) Obligatoria ( ) Indicativa ( X )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Modelación Matemática y Computacional de Sistemas Terrestres I
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Estudiar los principales métodos numéricos utilizados para aproximar soluciones a las Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP), provenientes de los modelos continuos de sistemas terrestres. Introducir los procedimientos de solución de las ecuaciones discretas resultantes. Aplicar estas metodologías a problemas de transporte, flujo, propagación de ondas elásticas y sistemas de varias fases, desarrollando programas en un lenguaje orientado a objetos (OO) y usando esquemas para cómputo en paralelo.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	4
2	Herramientas básicas	4	4
3	Fundamentos de EDP	4	4
4	Método de Elemento Finito (MEF) para ecuaciones elípticas	5	5
5	Componentes de un programa OO para MEF	5	5
6	MEF para ecuaciones parabólicas	5	5
7	Ejemplos de aplicación	5	5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	Introducción 1.1. Notación.
2	Herramientas básicas 2.1. Interpolación. 2.1.1. Polinomios de Lagrange. 2.1.2. Polinomios de Hermite. 2.2. Integración numérica. 2.2.1. Cuadratura Gaussiana. 2.3. Métodos de solución de sistemas lineales. 2.3.1. Factorización LU. 2.3.2. Jacobi y Gauss-Seidel. 2.3.3. Gradiente Conjugado (CGM) 2.3.4. Precondicionadores. 2.3.5. GMRES. 2.4. Programación Orientada a Objetos.
3	Fundamentos de EDP 3.1. Planteamiento general. 3.2. Clasificación.

	3.3. Operador adjunto, simetría, forma de divergencia. 3.4. Condiciones de frontera.
4	Método de Elemento Finito (MEF) para ecuaciones elípticas 4.1. Problema modelo en 1D. 4.1.1. Espacios de Sobolev. 4.1.2. Formulación variacional. 4.1.3. Funciones Chapeaux. 4.1.4. Integración numérica. 4.1.5. Condiciones de frontera. 4.1.6. Solución de sistemas tridiagonales. 4.1.7. Estimaciones del error. 4.1.8. Consistencia y estabilidad 4.2. Problema modelo en 2D. 4.2.1. Métodos de discretización del espacio (Triangulación). 4.2.2. Numeración de nodos y elementos. 4.2.3. Espacios de Elemento Finito (Triángulos y Rectángulos). 4.2.4. Elemento estándar. 4.2.5. Construcción de los sistemas local y global. 4.2.6. Solución de los sistemas lineales.
5	Componentes de un programa OO para MEF 5.1. Nodo, Elemento, Elemento estándar, Operador 5.2. Elemento Finito. 5.3. Sistema Local. 5.4. Geometría. 5.5. Sistema Global. 5.6. Frontera. 5.7. Solver.
6	MEF para ecuaciones parabólicas 6.1. Esquema explícito. 6.2. Esquema Implícito. 6.3. Esquema de Crank-Nicolson.
7	Ejemplos de aplicación 7.1. Sistemas de una fase. 7.2. Sistemas de varias fases 7.3. Medios porosos.

**Bibliografía Básica:**

Allen, M.B., Herrera, I., Pinder, G.F., (1988): Numerical Modeling Science and Engineering, John Wiley and Sons.

**Bibliografía Complementaria:**

Ames, W.F., (1977): Numerical Methods for Partial Differential Equations, Academic Press.

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> 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 (X) Otros:	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario ( ) Otras:
<p><b>Línea de investigación:</b>          Geología</p>	
<p><b>Perfil profesiográfico:</b>          Investigador o Profesor con grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.</p>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación:</b> Tema Selecto de Ciencias Ambientales y Riesgo			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 3	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el alumno de este campo del conocimiento, adquiera conocimientos específicos y de frontera en su área, con la finalidad de adentrarse en los temas actuales. El trabajo lo llevará a formular respuestas claras de relevancia científica en un aspecto específico de su tema de investigación.
Las actividades temáticas serán especificadas en cada Tema Selecto y serán evaluadas semestralmente por el Comité Académico.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Los contenidos temáticos serán aprobados cada semestre por el Comité Académico.	8	8
2		8	8
3		8	8
4		8	8
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

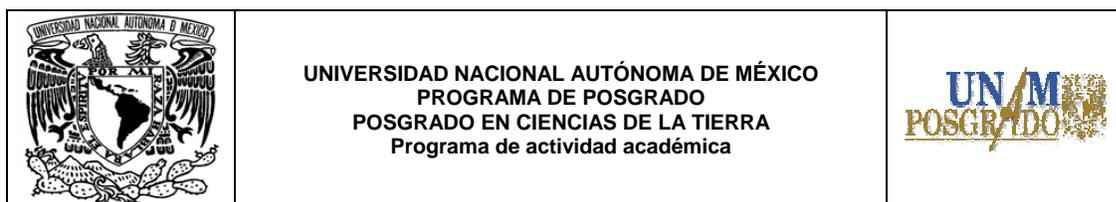
Unidad	Tema y Subtemas
1	El objetivo y temario del tema selecto de Ciencias Ambientales y Riesgo serán aprobados por el Comité Académico en el semestre correspondiente.
2	Tema designado
3	Tema designado
4	Evaluación Escrita

<b>Bibliografía Básica:</b> La bibliografía básica será determinada en función de las actividades temáticas.
<b>Bibliografía Complementaria:</b> La bibliografía complementaria será determinada en función de las actividades temáticas.
Notas de Clase.

<b>Sugerencias didácticas:</b> 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 ( X ) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> 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 ( X ) Seminario ( X ) Otras:
--	---

**Línea de investigación:**  
Ciencias Ambientales y Riesgo y cualquiera de los campos del conocimiento cuando la orientación de investigación es ambiente y riesgo.

**Perfil profesiográfico:**  
Investigador o Profesor con el grado de Doctor ó Maestro en el campo correspondiente.



<b>Denominación:</b> Tema Selecto de Ciencias Atmosféricas				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 3	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias.		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	64
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el alumno de este campo del conocimiento, adquiera conocimientos específicos y de frontera en su área, con la finalidad de adentrarse en los temas actuales. El trabajo lo llevará a formular respuestas claras de relevancia científica en un aspecto específico de su tema de investigación.
Las actividades temáticas serán especificadas en cada Tema Selecto y serán evaluadas semestralmente por el Comité Académico.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Los contenidos temáticos serán aprobados cada semestre por el Comité Académico.	8	8
2		8	8
3		8	8
4		8	8
<b>Total de horas:</b>		32	32
<b>Suma total de horas:</b>		64	

#### Contenido Temático

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
1	El objetivo y temario del tema selecto de Ciencias Atmosféricas serán aprobados por el Comité Académico en el semestre correspondiente
2	Tema designado
3	Tema designado
4	Evaluación Escrita

<b>Bibliografía Básica:</b> La bibliografía básica será determinada en función de las actividades temáticas
<b>Bibliografía Complementaria:</b> La bibliografía complementaria será determinada en función de las actividades temáticas Notas de Clase

<b>Sugerencias didácticas:</b>	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los</b>
--------------------------------	---

Exposición oral	( X )	<b>alumnos:</b>	
Exposición audiovisual	( X )	Exámenes Parciales	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )	Examen final escrito	( X )
Ejercicios fuera del aula	( X )	Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Seminarios	( X )	Exposición de seminarios por los alumnos	( X )
Lecturas obligatorias	( X )	Participación en clase	( X )
Trabajo de Investigación	( X )	Asistencia	( X )
Prácticas de taller o laboratorio	( X )	Seminario	( X )
Prácticas de campo	( X )	Otras:	
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			
Ciencias Atmosféricas y cualquiera de los campos del conocimiento cuando la orientación de investigación es Atmósfera			
<b>Perfil profesiográfico:</b>			
Investigador o Profesor con el grado de Doctor ó Maestro en el campo correspondiente.			

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación:</b> Tema Selecto de Modelación Matemática			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 3	<b>Campo de Conocimiento:</b> Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección		<b>Horas</b>	<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral	

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Que el alumno de este campo del conocimiento, adquiera conocimientos específicos y de frontera en su área, con la finalidad de adentrarse en los temas actuales. El trabajo lo llevará a formular respuestas claras de relevancia científica en un aspecto específico de su tema de investigación.
Las actividades temáticas serán especificadas en cada Tema Selecto y serán evaluadas semestralmente por el Comité Académico.

<b>Índice Temático</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>	
		Teóricas	Prácticas
1	Los contenidos temáticos serán aprobados cada semestre por el Comité Académico	8	8
2		8	8
3		8	8
4		8	8
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

<b>Unidad</b>	<b>Tema y Subtemas</b>
1	El objetivo y temario del tema selecto de Modelación serán aprobados por el Comité Académico en el semestre correspondiente.
2	Tema designado
3	Tema designado
4	Evaluación Escrita

<b>Bibliografía Básica:</b> La bibliografía básica será determinada en función de las actividades temáticas.
<b>Bibliografía Complementaria:</b> La bibliografía complementaria será determinada en función de las actividades temáticas.
Notas de Clase.

<b>Sugerencias didácticas:</b>		<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>	
Exposición oral	( X )	Exámenes Parciales	( X )
Exposición audiovisual	( X )	Examen final escrito	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )	Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Ejercicios fuera del aula	( X )	Exposición de seminarios por los alumnos	( X )
Seminarios	( X )	Participación en clase	( X )
Lecturas obligatorias	( X )	Asistencia	( X )
Trabajo de Investigación	( X )	Seminario	( X )
Prácticas de taller o laboratorio	( X )	Otras:	
Prácticas de campo	( X )		
Otros:			
<b>Línea de investigación:</b>			

Modelación Computacional y cualquiera de los campos del conocimiento.
---

<b>Perfil profesiográfico:</b>
--------------------------------

Investigador o Profesor con el grado de Doctor ó Maestro en el campo correspondiente.
---

Geología y cualquiera de los campos del conocimiento.

**Perfil profesiográfico:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor ó Maestro en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

**Denominación: MÉTODOS NUMÉRICOS**

<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s): 1</b>	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología.	<b>No. Créditos: 8</b>
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría: 2</b>	<b>Práctica: 2</b>	<b>4</b>
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		
		<b>Horas al Semestre</b>	<b>64</b>

**Seriación:** Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

**Actividad académica antecedente:** Ninguna

**Actividad académica subsecuente:** Ninguna

**Objetivo general:**

Revisión de los conceptos teóricos fundamentales del análisis y métodos numéricos.  
 Conocimiento de los principales métodos de solución en análisis numérico.  
 Aplicación de estos métodos a problemas específicos que permitirán que el alumno se familiarice con la programación de los métodos y con el uso de paqueterías computacionales existentes.

**Objetivos específicos:**

Que al finalizar el curso el alumno posea la capacidad de desarrollar algoritmos para su propio uso.

**Índice Temático**

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Interpolación y aproximación	4	4
2	Integración Numérica	3.5	3.5
3	Sistemas de ecuaciones lineales	3.5	3.5
4	Sistemas de ecuaciones No lineales	3.5	3.5
5	Optimización de Funciones	3.5	3.5
6	Cálculo de Valores Propios de una matriz	3.5	3.5
7	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	3.5	3.5
8	Ecuaciones Diferenciales Parciales: Diferencias Finitas	3.5	3.5
9	Ecuaciones Diferenciales Parciales: Elemento Finito	3.5	3.5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	<b>1. Interpolación y aproximación.</b> 1.1 Interpolación de una función 1.1.1 Interpolación polinomial de Lagrange 1.1.2 Interpolación de Tchebychev 1.1.3 Interpolación trigonométrica 1.2 Mejor Aproximación 1.3 Comparación entre interpolación y mejor aproximación
2	<b>2. Integración numérica</b>

	2.1 Funciones definidas experimentalmente o numéricamente 2.2 Funciones regulares definidas matemáticamente 2.3 Integrales singulares 2.4 Polinomios ortogonales
3	<b>3. Sistemas de ecuaciones lineales</b> 3.1 Algoritmos de resolución directa 3.2 Métodos de factorización 3.3 Estimación del error 3.4 Algoritmos de resolución indirecta 3.4.1 Métodos de relajación 3.4.2 Métodos iterativos 3.5 Almacenamiento de grandes sistemas lineales en computadora
4	<b>4. Ecuaciones y sistemas no lineales</b> 4.1 Resolución de una ecuación cualquiera 4.2 Resolución de una ecuación entera 4.3 Resolución de sistemas no lineales 4.4 Algoritmos de aceleración de la convergencia Procedimiento de extrapolación de Richardson
5	<b>5. Optimización de Funciones</b> 5.10 El método de Levenberg-Marquardt 5.11 El método de Gradiente Conjugado
6	<b>6. Calculo de valores propios de una matriz</b> 4.1 Métodos globales Matrices generales 4.2 Métodos iterativos
7	<b>7. Ecuaciones y sistemas diferenciales con valores iniciales</b> 7.1 Ecuación diferencial de primer orden Generalidades Métodos de pasos libres 7.2 Métodos de pasos ligados 7.3 Sistema diferencial de primer orden
8	<b>8. Ecuaciones diferenciales parciales (EDP): diferencias finitas</b> 8.1 Ecuación diferencial general de 2do orden 8.2 Introducción a los métodos de diferencias finitas para solución de EDP.
9	<b>9. Ecuaciones diferenciales parciales (EDP): elementos finitos</b> Introducción a los métodos de elementos finitos para solución de EDP.

**Bibliografía Básica:**

Nakamura S. Métodos numéricos aplicados con software. Ed. Prentice-Hall Hispanoamerica S.A. Press, W.H., Flannery B.P., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., 1986. Numerical Recipes. The art of scientific computing. Ed. Cambridge University Press. Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney. 818 p.

**Bibliografía Complementaria:**

Auslender A., Optimisation, Méthodes Numériques. Masson.  
 Baranger J. Introduction à l'Analyse Numérique. Hermann  
 Bakhvalov N.. Méthodes Numériques. Ed. Moscu  
 Benqué, J. P., O. Daubert, J. Goussebaile, H. Haugel. Splitting up techniques for computations of industrial flows. In Vistas in applied mathematics.  
 Berenzin I. & Zhidkov N.P. Computing Methods. Pergamon Press.  
 Lewis, P.E. and J.P. Ward. 1991. The Finite Element Method (Principles and applications). Ed. Addison Wesley publishing Company.

Notas de Clase

<p><b>Sugerencias didácticas:</b></p> 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 (X) Otros:	<p><b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b></p> Exámenes Parciales ( ) Examen final escrito ( ) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase ( ) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:
--	---

<b>Línea de investigación:</b> Cualquiera de los cinco de los campos conocimiento.
<b>Perfil profesiográfico:</b> El tutor de un alumno de maestría quién es Investigador o Profesor con el grado de Maestro o Doctor en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación:</b> HIDROGEOQUÍMICA				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias, Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de elección		<b>Horas</b>		<b>Horas al Semestre</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	4
<b>Modalidad:</b> Curso			<b>Duración del programa:</b> Semestral	

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Estudiar los fundamentos físicoquímicos que permiten interpretar y predecir el comportamiento de las aguas naturales en el entorno en el que se encuentran, con énfasis en las aguas subterráneas.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	1. Consideraciones generales sobre los equilibrios químicos en solución.	6	6
2	Análisis básico de series de tiempo	8	8
3	Análisis de estructuras en bases de datos	6	6
4	Análisis objetivo de datos meteorológicos	6	6
5	Análisis espectral	6	6
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	1. Consideraciones generales sobre los equilibrios químicos en solución.
2	3. Equilibrios químicos simples en medio homogéneo. 3.1 Equilibrio de intercambio de protones (reacciones ácido-base) 3.2 Equilibrio de intercambio de electrones (reacciones redox) 3.3 Equilibrio de intercambio de ligantes (reacciones de compuestos de coordinación) 3.4 El equilibrio de los carbonatos.
3	3. Equilibrios químicos simples en medio heterogéneo 3.5 Equilibrio sólido-líquido (precipitación y solubilidad) 3.6 Equilibrio de intercambio iónico 3.7 Equilibrios de adsorción

4	<p>4. Química de las aguas subterráneas</p> <p>4.5 Diagramas Eh-pH</p> <p>4.6 Interacción con el entorno-Diagramas hidrogeoquímicos</p> <p>4.7 Nociones sobre velocidad de las reacciones químicas</p>
5	<p>5. Investigaciones hidrogeoquímicas</p> <p>5.12 Técnicas de Muestreo Función de autocorrelación.</p> <p>5.13 Nociones sobre contaminación Modelos estadísticos de pronóstico.</p> <p>5.14 Nociones sobre modelación hidrogeoquímica</p>

**Bibliografía Básica:**

J. Bundschuh, M.A. Armienta, P. Bhattacharya, J. Matschullat, & A.B. Mukherjee (Eds.) Natural arsenic in groundwater of Latin America — Occurrence, health impact and remediation— Taylor and Francis Books, 2009.  
 C.A.J. Appelo and D. Postma A.A. Geochemistry, Groundwater and Pollution, Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands.2nd Ed. 2005

**Bibliografía Complementaria:**

Andrews, J. E. An introduction to environmental chemistry, Malden, Massachusetts. Blackwell Science. 2nd Ed. 2004  
 J.I. Drever, The Geochemistry of Natural Waters, Prentice Hall, N.J., 1997  
 W.J. Deustch, Groundwater geochemistry: fundamentals and applications to contamination, Lewis Publ., Boca Raton, 1997.  
 D. Langmuir, Aqueous Environmental Geochemistry, Prentice Hall, N.J., 1996.  
 W. Stumm, J.J. Morgan, Aquatic Chemistry: Chemical equilibria and rates in natural waters, John Wiley & Sons, 3rd ed., 1996

**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	( X )
Otros:	

**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	( X )
Seminario	( X )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología

**Perfil profesional:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> <b>Programa de actividad académica</b>	
---	---	---

<b>Denominación:</b> CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 2	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias, Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología		<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 4
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( ) Obligatoria ( X ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguno
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguno
<b>Objetivo general:</b> Se identificarán y caracterizarán fuentes de contaminación acuifera, tipos de solutos contaminantes y sus mecanismos de transporte en diferentes sistemas acuíferos.  Se presentarán y deducirán las ecuaciones para transporte advectivo dispersivo y los parámetros que intervienen. Se presentarán protocolos de monitoreo y técnicas de toma de muestras.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Agua	5	5
2	Fuentes de Contaminación.	5	5
3	Normatividad	5	5
4	Mecanismos de Transporte	5	5
5	Integración de solutos en diferentes medios geológicos	4	4
6	Casos tipo de contaminantes de acuíferos	4	4
7	Monitoreo	4	4
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	14. Agua 14.1 Molécula de agua, características, propiedades físico-químicas, anomalías. Tipos de agua. Ciclo hidrológico, autodepuración
2	15. Fuentes de Contaminación. 15.1 Clasificación, características, generación de solutos. Residuos líquidos y sólidos, disposición de residuos.
3	16. Normatividad. 16.1 Normatividad para agua potable, Normas mexicana y Standard EPA. Valores de fondo. Valores de referencia.
4	17. Mecanismos de Transporte. 17.1 Advección, dispersión. Retardo lineal. Mecanismos de dispersión. Deducción de Ecuaciones advectivo-dispersivas. Parametrización de la dispersión. 17.2
5	18. Integración de solutos en diferentes medios geológicos. 18.1 El papel del suelo. Medios granulares, fracturados y de doble porosidad.

6	19. Casos tipo de contaminantes de acuíferos. 19.1 Elementos mayores y metales. Compuestos orgánicos (hidrocarburos, trihalometanos), líquidos inmiscibles.
7	20. Monitoreo. 20.1 Protocolo de monitoreo. Sistemas de monitoreo. Cadenas de custodia, Monitoreo discreto vertical, piezómetros.

**Bibliografía Básica:**

F.W. Schwartz & H Zhang (2003) Fundamentals of Groundwater. Wiley. ISBN: 0471429058

A PL Younger (2006) Groundwater in the Environment., Blackwell. ISBN: 978-1-4051-2143-9.

**Bibliografía Complementaria:**

B Lerner (ed), (2003) Urban groundwater pollution. 299 pages., A.A. Balkema Publishers (now part of Taylor and Francis),. ISBN: 90 580 9629 7

Fetter C. W. (2008). Contaminant Hydrogeology. Prentice Hall Publishing NJ 500p

Fetter C. W. (2001). Applied Hydrology (4<sup>nd</sup> edition) Merrill Publishing Co. Columbus Ohio 598 pp.

Domenico P. & Schwartz F. (1990). Physical and Chemical Hydrogeology. Edit. J. Wiley and Sons. 824 pp.

Bear J., Chin Fu Tsang and Marsily G. (1993). Flow and Contaminant Transport in Fractured Rocks. Academia Press. 560 pp.

Fitts Ch. (2002). Groundwater Science. Academic Press. 435 pp.

**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	(X)
Otros:	

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

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	(X)
Asistencia	( )
Seminario	(X)
Otras:	

**Línea de investigación:**

Cualquiera de los cinco de los campos conocimiento.

**Perfil profesional:**

Investigador o Profesor con el grado de Doctor o Maestría en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> <b>Programa de actividad académica</b>	
---	---	---

<b>Denominación:</b> TEORÍA DE FLUJO SUBTERRÁNEO			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 1	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología.	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Obligatoria de Elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b> 64
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Describir los mecanismos básicos del flujo del agua subterránea en el medio geológico y su interacción con el ambiente y las actividades humanas.
<b>Objetivos específicos:</b> Los contenidos temáticos serán especificados en cada seminario de acuerdo al tema de investigación y campo del alumno.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	5	5
2	Definición de flujo subterráneo	5	5
3	Ecuaciones Principales del flujo en acuíferos	5	5
4	Transporte de solutos en la zona no saturada	5	5
5	Hidráulica de pozos -pruebas de bombeo (modelos y análisis)	5	5
6	Captaciones de agua subterránea	7	7
<b>Total de horas:</b>		32	32
<b>Suma total de horas:</b>		64	

#### Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	<b>1. Introducción.</b> 1.1. Capilaridad y nivel freático 1.2. Carga hidráulica y nivel piezométrico 1.3. Ecuación de Bernoulli
2	<b>2. Definición de flujo subterráneo</b> 2.1 Ecuación de Darcy Funciones definidas experimentalmente o numéricamente 2.2 Permeabilidad, conductividad hidráulica y Almacenamiento 2.3 Redes de flujo y superficies piezométricas 2.4 El sistema de flujo subterráneo y elementos para su definición 3.5 El flujo local, intermedio, regional y zonas de no flujo 3.6 Definición de sistemas de flujo en diferentes ambientes geológicos 3.7 Modelación del sistema de flujo subterráneo
3	<b>3. Ecuaciones Principales del flujo en acuíferos</b> 3.1 Algoritmos de resolución directa <b>Generalización de la ley de Darcy</b> 3.2 Métodos de factorización 3.3 Estimación del error 3.4 Algoritmos de resolución indirecta 3.4.1 Métodos de relajación 3.4.2 Métodos iterativos

	3.5 Almacenamiento de grandes sistemas lineales en computadora
4	4. Transporte de solutos en la zona no saturada 4.1 Transporte de solutos en medios porosos 4.2 Caracterización de la concentración de solutos en el suelo 4.3. Estudio del transporte de solutos en columnas de suelo
5	5. Hidráulica de pozos -pruebas de bombeo (modelos y análisis) 5.1 Condiciones de Estado Estacionario y Transitorio 5.2 En Acuífero Libre, confinado y semiconfinado 5.3 Respuesta físico-química
6	6. Captaciones de agua subterránea 6.1 Norias 6.2 Manantiales y galerías filtrantes 6.3 Pozos 6.4 Protección sanitaria 6.5 Aspectos normativos

<b>Bibliografía Básica:</b> De Marsily, G. (1986). Quantitative Hydrogeology for Engineers, Academic Press, New York, 440 p. Domenico. P. A., Schawartz F.W., 1990, Physical and Chemical hydrogeology. De. Johns Wiley & sons. Fletcher,G. Driscoll., 1986. Groundwater and wells. De. Johnson Divison
<b>Bibliografía Complementaria:</b> Freeze and Cherry, 1979. Groundwater. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs N. J., 07632 Manning J. C., 1987. Applied Principles of Hydrology. Merriell Publishing Company, USA. Marsily, G., 1986. Quantitative Hydrology, Groundwater Hydrology for Engineers, Academic Press Inc. Price, M. 2003. Agua Subterránea, Editorial Limusa, pp 330. Rushton, KR 2003. Groundwater Hydrology, Wiley and Sons, pp. 416
Notas de Clase

<b>Sugerencias didácticas:</b> 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 ( X ) Otros:	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b> Exámenes Parciales ( ) Examen final escrito ( ) Trabajos y tareas fuera del aula ( X ) Exposición de seminarios por los alumnos ( ) Participación en clase ( ) Asistencia ( X ) Seminario ( X ) Otras:
--	---

**Línea de investigación:**  
Cualquiera de los cinco de los campos conocimiento.

**Perfil profesiográfico:**  
El tutor de un alumno de maestría quién es Investigador o Profesor con el grado de Maestro o Doctor en el campo correspondiente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**  
 Programa de actividad académica



<b>Denominación:</b> PROCESAMIENTO DE DATOS GEOFÍSICOS			
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s):</b> 3	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo, Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota, Geofísica de la Tierra Sólida, Geología.	<b>No. Créditos:</b> 8
<b>Carácter:</b> Optativa de elección	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica	<b>Teoría:</b> 2	<b>Práctica:</b> 2	<b>Horas al Semestre</b>
<b>Modalidad:</b> Curso	<b>Duración del programa:</b> Semestral		64

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X )    Obligatoria ( )    Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Proporcionar al alumno las técnicas generales empleadas en procesamiento de señales digitales, que con ligeras o ninguna modificación se pueden emplear en el procesamiento de señales geofísicos en general.
<b>Objetivos específicos:</b>

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	4	4
2	SISTEMAS Y SEÑALES DIGITALES	3.5	3.5
3	LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA	3.5	3.5
4	LA TRANSFORMADA DE FOURIER DE SEÑALES DIGITALES	3.5	3.5
5	LA RELACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS ANALÓGICOS Y DIGITALES	3.5	3.5
6	DISEÑOS DE FILTROS DIGITALES	3.5	3.5
7	PROCESOS ALEATORIOS	3.5	3.5
8	ESTIMACIÓN ESPECTRAL	3.5	3.5
9	DECONVOLUCIÓN	3.5	3.5
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	<b>1. PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA.</b> 1.1 Conceptos de Probabilidad 1.2 Conceptos de estadística 1.3 Principales momentos
2	<b>2. SISTEMAS Y SEÑALES DIGITALES</b> 2.1 Señales digitales 2.2 Clasificación de los sistemas digitales 2.3 Respuesta al impulso y convolución
3	<b>3. LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA</b> 3.1 Filtros causales y serie de Taylor Algoritmos de resolución directa 3.2 Filtros no causales y serie de Laurent Métodos de factorización 3.3 La transformada z de Laplace y la transformada z de ing Estimación del error 3.4 Propiedades de la transformada z de Laplace Algoritmos de resolución indirecta 3.5 La transformada z inversa de Laplace Almacenamiento de grandes sistemas lineales en computadora 3.6 Invertibilidad y retraso mínimo

	3.7 Sistemas recursivos (ARMA)
4	<b>4. LA TRANSFORMADA DE FOURIER DE SEÑALES DIGITALES</b> 4.1 Representación en el dominio de las frecuencias de señales y sistemas digitales 4.2 Transformada de Fourier de señales de tiempo discreto 4.3 Transformada de Fourier de secuencias reales 4.4 Retraso mínimo y retraso mínimo de fase 4.5 Sistemas pasa todo 4.6 La transformada finita de Fourier
5	<b>5. LA RELACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS ANALÓGICOS Y DIGITALES</b> 5.1 Descripción matemática del proceso de muestreo uniforme 5.2 Teorema del muestreo
6	<b>6. DISEÑOS DE FILTROS DIGITALES</b> 4.1 Diseño de filtros de promedios móviles (MA) 4.2 Diseño de filtros recursivos (ARMA) 4.3 Diseño por mínimos cuadrados del filtro de promedios móviles (MA)
7	<b>7. PROCESOS ALEATORIOS</b> 7.1 Procesos aleatorios estacionarios 7.2 Enfatización de señales y predicción 7.3 Factorización espectral
8	<b>8. ESTIMACIÓN ESPECTRAL</b> 8.1 Análisis armónico 8.2 - Periodograma 8.3 Periodograma de señales real-valuadas 8.4 Muestra de ruido blanco 8.5 Distribución Gausiana y Chi/cuadrada 8.6 Distribución del periodograma para un proceso Gausiano blanco y Gausiano 8.7 Ejemplo de estimación espectral, transformando la autocorrelación
9	<b>9. DECONVOLUCIÓN</b> 9.1 Convolución y Deconvolución

**Bibliografía Básica:**

- OPPENGEIM, ALLAN V AND RONALD W. SHAFER. Digital seismic processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1975.
- RABINER, L. R. AND B. GOLD. Theory and applications of digital signal processing. Prentice Hall, Englewoods Cliffs, N.J., 1975.

**Bibliografía Complementaria:**

- BRIGHAM, E.O. The East Fourier Transform. Prentice Hall, Englewoods Cliffs, N.J., 1974.
- BATH, MARKUS. Spectral Analysis in Geophysics. Elsevier Amsterdam 1974.
- JENKINS, G.M AND D.G. WATTS. Spectral Analysis and its Applications Hodel Day, San Francisco 1968.
- PARZEN, E. Stochastic Processes. Holden Day San Francisco 1962.
- ROBINSON, ENDERS A. Multichannel time Series Analysis with Digital

Notas de Clase

**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	( X )
Otros:	

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

Exámenes Parciales	( )
Examen final escrito	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Participación en clase	( )
Asistencia	( X )
Seminario	( X )
Otras:	

**Línea de investigación:**

Cualquiera de los cinco de los campos conocimiento.

**Perfil profesiográfico:**

El tutor de un alumno de maestría quién es Investigador o Profesor con el grado de Maestro o Doctor en el campo correspondiente.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO</b> <b>POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b> Programa de actividad académica	
---	--	---

<b>Denominación: CURSO DE CAMPO DE HIDROGEOLOGÍA</b>				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre(s): 1,2</b>	<b>Campo de Conocimiento:</b> Ciencias Ambientales y Riesgo Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota Geofísica de la Tierra Sólida Geología.		<b>No. Créditos: 8</b>
<b>Carácter:</b> Optativa de Elección		<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>
<b>Tipo:</b> Teórico-Práctica		<b>Teoría: 2</b>	<b>Práctica: 2</b>	<b>4</b>
<b>Modalidad:</b> Curso		<b>Duración del programa:</b> Semestral		
<b>Horas al Semestre</b> 64				

<b>Seriación:</b> Sin Seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )
<b>Actividad académica antecedente:</b> Ninguna
<b>Actividad académica subsecuente:</b> Ninguna
<b>Objetivo general:</b> Introducir al estudiante de posgrado a la metodología para realizar las pruebas de campo en hidrogeología.
<b>Objetivos específicos:</b> Diseñar un censo de pozo, nivelar el brocal utilizando un nivel y/o GPS diferencial, medir el nivel del agua en el pozo, medir los parámetros de campo (tales como pH, conductividad, temperatura, alcalinidad), georeferenciar puntos de interés y presentar los resultados en un informe hidrogeológico.

<b>Índice Temático</b>			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción a la hidrogeología de campo	10	10
2	Actividades de campo	10	10
3	Análisis e interpretación de datos	12	12
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

<b>Contenido Temático</b>	
Unidad	Tema y Subtemas
<b>1</b>	Introducción a la hidrogeología de campo 1.1. Acceso a la información (observatorio Metereológico, CONGUA, INEGI, etc.) 1.2. Definición de área de estudio 1.3. Plan de muestreo y diseño experimental 1.4. Introducción al uso de los SIG's en hidrogeología 1.5. Recopilación e integración de información 1.6. Elaboración de plan de trabajo
<b>2</b>	Actividades de campo 2.1. Reconocimiento de campo del área de estudio 2.2. Censo hidrogeológico 2.3. Medición de nivel del agua en pozo 2.4. Medición de parámetros de campo 2.5. Nivelación con nivel topográfico y DGPS 2.6. Aforo de manantial o cauce de arroyo/río 2.7. Prueba de bombeo 2.8. sondeos eléctricos verticales
<b>3</b>	Análisis e interpretación de datos 3.1. Procesamiento de datos 3.2. Elaboración de informes 3.3. Reporte final

<b>Bibliografía Básica:</b>	
Butler, J.J., Jr. 1998, The Design, Performance, and analysis of slug tests, Lewis Publishers, Nueva York, USA, 252 p. Freeze, A., J.C. Cherry, 1979, Ground water, Prentice Hall, Nueva jersey USA, 679 p.	
<b>Bibliografía Complementaria:</b>	
Moore, J.E., Field Hydrogeology, Lewis Publishers, Nueva York, USA, 195 p.	
<b>Sugerencias didácticas:</b>	<b>Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:</b>
Exposición oral ( X )	Exámenes Parciales ( )
Exposición audiovisual ( X )	Examen final escrito ( )
Ejercicios dentro de clase ( X )	Trabajos y tareas fuera del aula ( X )
Ejercicios fuera del aula ( X )	Exposición de seminarios por los alumnos ( )
Seminarios ( X )	Participación en clase ( )
Lecturas obligatorias ( X )	Asistencia ( X )
Trabajo de Investigación ( X )	Seminario ( X )
Prácticas de taller o laboratorio ( X )	Otras:
Prácticas de campo ( X )	
Otros:	
<b>Línea de investigación:</b>	
Hidrogeología	
<b>Perfil profesional:</b>	
El tutor de un alumno de maestría quién es Investigador o Profesor con el grado de Maestro o Doctor en el campo correspondiente.	