

## PROGRAMA DE CURSO

### MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADA A LA GEOCIENCIA

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Mecánica de fluidos aplicada a la geociencia	Código	GF4022	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Fluid Mechanics Applied to Geoscience</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	GF4005: Matemáticas aplicadas a la geociencia				

#### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen conceptos de la mecánica de fluidos para modelar los flujos en la astenósfera y atmósfera.

Comprender los flujos astenosféricos es primordial para entender el funcionamiento de la tectónica de placas, que es la causa de grandes procesos geofísicos tales como terremotos, erupciones volcánicas y orogénesis.

Asimismo, entender el comportamiento de los flujos atmosféricos es de gran relevancia para inferir el funcionamiento del clima y de fenómenos meteorológicos de distintas escalas.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE3: Caracterizar cuantitativamente y cualitativamente fenómenos y procesos geofísicos, para interpretar e inferir propiedades del Sistema Tierra.

CE4: Inferir las propiedades físicas del sistema en estudio, utilizando modelos simplificados e información cuantificable obtenida en el procesamiento de datos.

CE6: Interpretar datos geofísicos y las variables físicas asociadas, en el contexto de un modelo de acuerdo al método científico.

CE7: Identificar e indagar problemas/temáticas de investigación de procesos geofísicos logrando analizar críticamente antecedentes existentes.

CG1: Comunicación académica y profesional

Leer de manera comprensiva, analítica y crítica en español. Asimismo, expresar de forma eficaz, clara, precisa e informada sus ideas, opiniones e indagaciones,

adecuándose a diversas situaciones comunicativas académicas y profesionales, tanto en lo oral como en lo escrito.

**CE2: Comunicación en inglés**

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3	RA1: Deriva, a partir de los principios fundamentales de conservación, las ecuaciones que describen la dinámica de fluidos geofísicos.
CE4	RA2: Utiliza la mecánica de fluidos para modelar flujos geológicos a escala cortical y litosférica.
CE6	RA3: Modela el ángulo de subducción, utilizando conceptos de la mecánica de fluidos a fin de comparar los resultados de la modelación con observaciones geofísicas.
CE7	RA4: Modela el flujo atenosférico, proponiendo hipótesis para explicar la física de ciertas fuerzas tectónicas.
CE3	RA5: Determina los efectos de la rotación terrestre y de la estratificación en la dinámica de fluidos geofísicos para explicar cómo se produce la circulación atmosférica.
CE6	RA6: Aplica modelos físicos y modelos numéricos para determinar los flujos geofísicos afectados por la rotación terrestre y las fuerzas boyantes.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA7: Elabora reportes y un informe sobre los resultados de la modelación de flujos atenosféricos y de cómo las fuerzas tectónicas afectan la configuración del sistema tectónico terrestre, utilizando criterios de claridad y precisión científica en su redacción.

CG1, CG2	RA8: Lee comprensivamente textos y artículos en español e inglés sobre aspectos teóricos de la mecánica de fluidos aplicada a la geodinámica, relacionando información que permita discutir diversas hipótesis y teorías propuestas sobre esta disciplina.
CG4	RA9: Ejecuta las actividades del trabajo de laboratorio, intercambiando información con su equipo, en un proceso de escucha activa y respetuosa para cumplir con las tareas solicitadas.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Fluidos newtonianos	1,5 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
1.1. Derivada Material. 1.2. Ley constitutiva para fluidos newtonianos. 1.3. Conceptos de: tasa de deformación, viscosidad dinámica y cinemática. 1.4. Ecuación de continuidad. 1.5. Ecuación de Navier-Stokes. 1.6. Número de Reynolds (flujo laminar y turbulento). 1.7. Ecuación de Stokes.		El/la estudiante: 1. Identifica las leyes físicas de conservación que rigen la dinámica de fluidos. 2. Distingue y describe las propiedades físicas que afectan la dinámica de fluidos newtonianos. 3. Examina las diferencias entre la derivada material y las derivadas comunes del cálculo diferencial. 4. Discrimina entre los flujos laminares y turbulentos. 5. Resuelve problemas, utilizando ecuaciones de continuidad y Navier-Stokes.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA6, RA8	Flujos canónicos (laminares) en geodinámica	2 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
2.1. Flujo Couette 2.2. Flujo de Poiseuille. 2.3. Flujo en tuberías. 2.4. Flujo de Stokes. 2.4.1. Coeficiente de arrastre. 2.4.2. Velocidad Terminal (aplicaciones a Diapiros, Xenolitos y ascenso magmático).		El/ la estudiante: 1. Deriva a partir de la ecuación de Stokes diferentes flujos con aplicaciones a tuberías y cuellos volcánicos. 2. Deriva la velocidad terminal del ascenso/descenso de xenolitos en un ambiente, utilizando valores de los parámetros físicos obtenidos a través de mediciones empíricas. 3. Lee en inglés textos, relacionando la información con conceptos de la mecánica de fluido aplicada a la	

	geociencia. 4. Utiliza lo aprendido en los textos en un nuevo contexto de aplicación del conocimiento especializado.
<b>Bibliografía de la unidad</b>	(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4, RA7	Problemas geodinámicos de escala litosférica	3 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
3.1. Funciones de corriente. 3.2. Rebote postglacial. 3.3. Flujo en cuña astenosférica de subducción. 3.4. Flujo en centro de expansión oceánica. 3.5. Problemas de estabilidad (Nociones de convección termal).		El/la estudiante: 1. Expande la ecuación de Stokes, usando funciones de corriente para estudiar los flujos astenosféricos. 2. Plantea las condiciones de borde en el problema de convección termal y resuelve el sistema de ecuaciones, usando funciones de corriente. 3. Analiza los parámetros utilizados para la obtención de flujos astenosféricos. 4. Produce reportes o informes, sobre problemas geodinámicos de escala litosférica, considerando claridad y coherencia en su exposición.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002. (2) Richards M.A, Geodynamics Notes, University of Berkeley.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2	Problemas geodinámicos de escala cortical	1 semana
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
4.1. Diapirismo. 4.2. Pliegamiento.		El/la estudiante: 1. Visualiza la geometría de los flujos para interpretar la formación de diapiros y deformación cortical. 2. Resuelve problemas geodinámicos de escala cortical.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002. (2) Richards M.A, Geodynamics Notes, University of Berkeley. (3) C. M. R. Fowler, The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, 2004.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1	Conceptos básicos de dinámica de la atmósfera y el océano	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Fenómenos y escalas. 5.2. Ecuaciones de estado. 5.3. Ecuaciones de conservación de masa y de momentum. 5.4. Fuerzas inerciales. 5.5. Advección, Vorticidad y divergencia. 5.6. Ecuación termodinámica. 5.7. Ecuaciones de Boussinesq.		El/la estudiante: 1. Distingue las distintas escalas espaciales y temporales de los diversos fenómenos de circulación atmosférica y oceánica. 2. Examina la forma en que las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos se aplican para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano. 3. Aplica las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano.	
Bibliografía de la unidad		(4) Cushman-Roisin y Beckers, 2011. (5) Marshall y Plumb, 2008.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA5, RA6, RA7, RA8, RA9	Problemas básicos de dinámica atmosférica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Balance hidrostático y energía potencial disponible. 6.2. Viento geostrófico y viento térmico. 6.3. Estabilidad y convección. 6.4. Ondas de aguas someras.		El/la estudiante: 1. Utiliza el balance hidrostático para establecer la relación presión - altura. 2. Define el concepto de energía potencial disponible. 3. Determina el balance geostrófico y sus conceptos asociados: viento térmico, viento de gradiente, flujos ciclostróficos y flujo inercial. 4. Reconoce y analiza la importancia del concepto de estabilidad para los movimientos verticales. 5. Modela el fenómeno de convección de manera simplificada. 6. Examina y analiza la importancia de las ondas para la propagación de perturbaciones y el ajuste a condiciones de equilibrios dinámicos. 7. Establece vínculos entre lo leído en diversos textos con conocimientos sobre dinámica atmosférica. 8. Produce reportes o informes problemas de dinámica atmosférica, considerando precisión en sus escritos. 9. Respeta las ideas y opiniones de otros para definir	

	acuerdos sobre la actividad a cumplir por el equipo, en un proceso de escucha activa de sus compañeros.
Bibliografía de la unidad	(4) Cushman-Roisin y Beckers, 2011. (5) Marshall y Plumb, 2008.

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clase expositiva.
- Resolución de problemas
- Laboratorios.
- Lectura crítica.

### F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación de proceso:

- Controles.
- Tareas.
- Reportes e informes.

*Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.*

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria

- (1) Turcotte & Schubert (2012). *Geodynamics*. 2nd Edition.
- (2) Richards M.A, *Geodynamics Notes*, University of Berkeley.
- (3) Fowler, C. M. R. (2004). *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*.
- (4) Cushman-Roisin y Beckers (2011). *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics* (2a Ed.). Elsevier.

### Bibliografía complementaria

- (5) Marshall y Plumb (2008). *Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics*. Academic Press.

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Eduardo Contreras R. y Ricardo Muñoz M.
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular