

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
	Geofísica	3º	1º	6	Optativa
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b> (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jesús M. Ibáñez Godoy (Teoría y Prácticas)</li> <li>• Fco. Javier Almendros González (Teoría)</li> <li>• Daniel Stich (Prácticas)</li> </ul>			Dpto. Física Teórica y del Cosmos Área de Física de la Tierra Facultad de Ciencias Ed. Física, planta baja, despachos 2, 4 y 5 Email: jibanez@ugr.es, vikingo@ugr.es, stich@ugr.es		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			<a href="http://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php">http://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php</a>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Física					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b> (si procede)					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas Fundamentos de Física, Análisis Matemático, Métodos Matemáticos, Álgebra lineal y Geometría, Mecánica y Ondas					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Introducción a la Geofísica. Geodinámica. Campo gravitatorio terrestre. Geomagnetismo. Generación y flujo de calor terrestre. Sismología y estructura del interior de la Tierra.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))

#### Transversales

- CT1: Capacidad de análisis y síntesis
- CT5: Capacidad de gestión de la información
- CT6: Resolución de problemas
- CT7: Trabajo en equipo
- CT8: Razonamiento crítico
- CT12: Sensibilidad hacia temas medioambientales

#### Específicas

- CE1: Conocimiento y comprensión de los fenómenos físicos relativos a la estructura y dinámica de la Tierra.
- CE2: Capacidad de estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos de la Física de la Tierra y su importancia relativa.
- CE4: Capacidad de medida, interpretación y diseño de experiencias en el entorno para medir magnitudes de la física terrestre.
- CE5: Capacidad de modelado de fenómenos complejos, trasladando un problema geofísico al lenguaje matemático.
- CE8: Capacidad para utilizar herramientas informáticas para analizar y modelar problemas geofísicos y presentar resultados.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

- Saber aplicar los conocimientos de Física al estudio del caso real de la Tierra.
- Comprender la forma de la Tierra y la de su campo gravitatorio a escala global.
- Conocer las anomalías de la gravedad y sus causas posibles.
- Comprender la generación y propagación de ondas sísmicas como medio de conocer la estructura interna de la Tierra.
- Entender la dinámica terrestre a escala global y regional.
- Comprender las fuentes del campo geomagnético y sus variaciones espaciales y temporales.
- Conocer las principales fuentes de generación del calor en la Tierra y su propagación.
- Conocer las técnicas de adquisición de datos geofísicos.
- Saber aplicar los conocimientos de la Geofísica al estudio de la Geodinámica.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

##### TEMARIO TEÓRICO:

##### TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA GEOFÍSICA

Qué es la Geofísica. Partes de la Geofísica. Aplicaciones de la Geofísica. Modelos de origen de la Tierra. Acreción y Diferenciación. Evolución de la Tierra. Dimensiones terrestres. Movimientos de la Tierra. Capas de la Tierra. Densidad. Compresibilidad y constantes elásticas en el interior de la Tierra. Presión en el interior de la Tierra. Composición química de los minerales y las rocas de la Tierra. Teorías geodinámicas. Tectónica de Placas. Deriva continental. Mecanismos del movimiento de placas. Tipos de límites de placas. Procesos de generación y destrucción de placas. Orogénesis y volcanismo.

##### TEMA 2. SISMOLOGÍA

Elasticidad y parámetros elásticos. Coeficientes de Lamé. Tensores de deformación y de esfuerzos. Ley de



Hooke. Ecuaciones de continuidad y movimiento. Introducción a la función de Green en Elastodinámica. Ecuación de onda para un medio elástico. Desplazamientos de las ondas P y S. Reflexión y refracción de ondas. Trayectorias y tiempos de llegada. Medios estratificados. Ondas superficiales. Tomografía sísmica y estructura profunda. El mecanismo de la fuente sísmica. Modelos de fractura. Medida del movimiento del suelo. Distribución espacial y temporal de terremotos. Cuantificación energética de terremotos. Sismicidad y peligrosidad sísmica.

### TEMA 3. GRAVIMETRÍA

Potencial gravitatorio de la Tierra. Dinámica de rotación de la Tierra. Solución de la ecuación de Laplace. Aproximación de primer orden. Forma de la Tierra. Aceleración de la gravedad. Elipsoides de referencia y fórmulas de la gravedad. Altitudes y anomalías de la gravedad. El geoide. Modelos de Tierra. Isostasia. Hipótesis de Airy y Pratt. Anomalías regionales y estructura de la corteza. Interpretación de las anomalías locales. Medidas absolutas y relativas de la gravedad. Gravímetros. Geodesia espacial.

### TEMA 4. GEOMAGNETISMO

Campo magnético interno de la Tierra. Origen del campo magnético interno. Campo magnético externo. Ionosfera y magnetosfera. Medidas magnéticas, correcciones y reducciones. Variaciones espaciales del campo magnético. El IGRF. Variaciones temporales del campo magnético. Inversiones del campo. Magnetización de materiales geológicos. Paleomagnetismo. Anomalías magnéticas típicas y su interpretación.

### TEMA 5. FLUJO DE CALOR Y VOLCANOLOGÍA

Mecanismos de transporte de calor. Ecuaciones de equilibrio. Fuentes de calor y modos de transmisión del calor. Distribución de temperaturas. Flujo geotérmico. Convección. Distribución de flujo de calor terrestre y dinámica global. Elementos radiactivos. Principios de Geocronología. La edad de la Tierra. Evolución térmica de la Tierra. Volcanología. Tipos de volcanes. Mecanismos de las erupciones volcánicas. Peligros volcánicos.

### TEMARIO PRÁCTICO:

El programa práctico de la asignatura pretende que los estudiantes se familiaricen de una manera más directa y personal con los contenidos de la asignatura. Para ello se realizarán una serie de actividades en grupos reducidos,

entre las que se pueden mencionar:

- Exposición y discusión de trabajos específicos
- Planteamiento y resolución de problemas
- Manejo de instrumentación geofísica
- Acceso a bases de datos y tratamiento de datos reales
- Elaboración e interpretación de datos sintéticos
- Manejo de software para aplicaciones geofísicas

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Fowler, C. M. R. (2005). "The Solid Earth" (2nd edition), Cambridge University Press.
- Kearey P, Brooks, M. & Hill, I. (2002) "An Introduction to Geophysical Exploration", Blackwell Science.
- Lowrie, W. (2007). "Fundamentals of Geophysics" (2nd edition), Cambridge University Press.
- Reynolds, J.M. (2002). "An Introduction to applied and environmental Geophysics", John Wiley & Sons
- Telford, W. M. et al. (2001). "Applied Geophysics", Cambridge University Press.
- Udías, A., Mezcuca, J. (1997). "Fundamentos de Geofísica", Alianza Editorial.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:



- Bolt, B.A. (1981). "Terremotos", Editorial Reverte.
- Bufforn, E., Pro, C., Udías, A. (2010). "Problemas resueltos de Geofísica", Pearson Educación.
- Garland, G. D. (1971). "Introduction to Geophysics: Mantle, Core, and Crust", W. B. Saunders Company.
- Gubbins, D., Herrero-Bervera, E. (2007). "Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism", Springer.
- Herring, T. (2009). "Geodesy", Treatise on Geophysics, vol. 3, Elsevier.
- Hofmann-Wellenhof, B., Moritz, H. (2006). "Physical Geodesy" (2nd edition), Springer.
- Jacobs, J. A. (1991). "Geomagnetism", Academic Press.
- Jaupart, C., Mareschal, J. C. (2011). "Heat Generation and Transport in the Earth", Cambridge University Press.
- Kanamori, H. (2009). "Earthquake Seismology", Treatise on Geophysics, vol. 4, Elsevier.
- Kearey, P., Brooks, M., Hill, I. (2002). "An Introduction to Geophysical Exploration" (3rd edition), Wiley-Blackwell.
- Kono, M. (2009). "Geomagnetism", Treatise on Geophysics, vol. 5, Elsevier.
- Lowrie, W. (2011). "A student's guide to Geophysical equations", Cambridge University Press.
- Milsom, J., Eriksen, A. (2011). "Field Geophysics" (4th edition), John Wiley & Sons.
- Officer, C. B. (1974). "Introduction to Theoretical Geophysics", Springer-Verlag.
- Reynolds, J. M. (2011). "An Introduction to Applied and Environmental Geophysics", John Wiley & Sons.
- Romanowicz, B., Dziewonski, A. (2009). "Seismology and structure of the Earth", Treatise on Geophysics, vol. 1, Elsevier.
- Shearer, P. M. (2009). "Introduction to Seismology" (2nd edition), Cambridge University Press.
- Sleep, N. H., Fujita, K. (1997). "Principles of Geophysics", John Wiley & Sons.
- Stein, S., Wysession, M. (2003). "An introduction to Seismology, earthquakes, and Earth structure", Wiley-Blackwell.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. (1991). "Applied Geophysics" (2nd edition), Cambridge University Press.
- Turcotte, D. L., Schubert, G. (2002). "Geodynamics" (2nd edition), Cambridge University Press.
- Udías, A. (2000). "Principles of Seismology", Cambridge University Press.
- Yeats, R. S., Sieh, K. E., Allen, C. R. (1997). "Geology of earthquakes", Oxford University Press.

#### ENLACES RECOMENDADOS

International Union of Geodesy and Geophysics - <http://www.iugg.org/>  
 International Association of Geodesy - <http://www.iag-aig.org/>  
 NOAA National Geodetic Survey - <http://www.ngs.noaa.gov/>  
 International Center for Global Gravity Earth Models - <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>  
 International Gravimetric Bureau - <http://bgi.omp.obs-mip.fr/>  
 International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) - <http://www.iugg.org/IAGA/>  
 International Real-time Magnetic Observatory Network - <http://www.intermagnet.org/>  
 USGS National Geomagnetism Program - <http://geomag.usgs.gov/>  
 British Geological Survey Geomagnetism - <http://www.geomag.bgs.ac.uk/>  
 International Heat Flow Commission - <http://www.geophysik.rwth-aachen.de/IHFC/>  
 Thermal Geophysics, University of Utah - <http://thermal.gg.utah.edu/>  
 International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior - <http://www.iaspei.org/>  
 Seismology Group, Harvard University - <http://www.seismology.harvard.edu/>  
 Global Centroid Moment Tensor - <http://www.globalcmt.org/>  
 USGS Earthquake Hazards Program - <http://earthquake.usgs.gov/>  
 Incorporated Research Institutions for Seismology - <http://www.iris.edu/>



IRIS Real Time Monitor - <http://www.iris.edu/seismon/>  
 International Seismological Centre (ISC) - <http://www.isc.ac.uk/>  
 European-Mediterranean Seismological Center - <http://www.emsc-csem.org/>  
 Observatories and Research Facilities for European Seismology - <http://www.orfeus-eu.org/>  
 Earthscope - <http://www.earthscope.org/>  
 US array - <http://www.usarray.org/>  
 Pacific Northwest Seismic Network - <http://www.pnsn.org/>  
 Caltech Seismological Laboratory - <http://www.seismolab.caltech.edu/index.html>  
 Geoforschung Zentrum (GFZ) - <http://www.gfz-potsdam.de/>  
 National Geophysical Data Center (NGDC) - <http://www.ngdc.noaa.gov/>  
 Solid Earth Science Working Group (JPL-NASA) - <http://solidearth.jpl.nasa.gov/seswg.html>  
 Institute of Geophysics and Tectonics, University of Leeds - <http://www.see.leeds.ac.uk/research/igt/>  
 Solid Earth Geophysics - [http://geophysics.ou.edu/solid\\_earth/index.html](http://geophysics.ou.edu/solid_earth/index.html)  
 Mantle Plumes - <http://www.mantleplumes.org/index.html>  
 Institute of Geophysics and Planetary Physics (UCSD) - <http://www.igpp.ucsd.edu/>  
 NASA Earth Science - <http://nasascience.nasa.gov/earth-science/>  
 NASA Earth Observing System - <http://eospsso.gsfc.nasa.gov/>  
 Institute of Geophysics, ETH Zurich - <http://www.geophysics.ethz.ch/>  
 Institut des Sciences de la Terre - <http://isterre.fr/>  
 Institut de Physique du Globe - <http://www.ipgp.fr/>  
 Instituto Geográfico Nacional - <http://www.ign.es/>  
 Observatorio del Ebro - <http://www.obsebre.es/>  
 Instituto Andaluz de Geofísica - <http://www.ugr.es/~iag>  
 Instituto Geológico de Cataluña - <http://www.igc.cat/>  
 Departamento de Geofísica (UCM) - <http://www.ucm.es/info/Geofis/>  
 Real Observatorio de la Armada -  
[http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia\\_observatorio/](http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia_observatorio/)  
 Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera" - <http://www.ija.csic.es/>  
 Instituto de Astronomía y Geodesia - <http://www.iag.csic.es/>  
 Comisión Española de Geodesia y Geofísica –  
[http://www.fomento.gob.es/mfom/lang\\_castellano/organos\\_colegiados/cegg/](http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/organos_colegiados/cegg/)

## METODOLOGÍA DOCENTE

Actividades presenciales:

- clases de teoría
- clases de problemas
- seminarios
- prácticas en aulas de informática
- prácticas de campo
- exámenes

Actividades no presenciales:

- estudio de teoría
- resolución de problemas
- elaboración de resultados de prácticas

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA**



## CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

En la convocatoria ordinaria, la evaluación se realizará a partir de un examen de teoría, un examen de problemas y la evaluación de las prácticas, en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas. Cada parte de la asignatura puntuará en la nota final según la siguiente distribución:

- Examen final sobre el programa teórico: 60 %
- Problemas y prácticas: 40 %

La calificación de problemas y prácticas será la suma de dos pruebas: la evaluación de los informes de prácticas presentados durante el curso y un examen final de problemas, que se realizará en el mismo momento del examen teórico. La asistencia a las clases teóricas y a las prácticas es obligatoria. La no asistencia a clase teórica podrá suponer hasta una merma de 2.0 puntos de la nota final del examen teórico. No se podrá entrar en clase una vez iniciada la misma. Los ejercicios y pruebas prácticas deberán entregarse en el momento establecido, considerándose no superadas si se presentan fuera de plazo. La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia. Para conseguir el aprobado o una nota superior se tendrán que tener aprobadas (5.0) cada una de las anteriores partes por separado (examen de teoría, problemas y prácticas).

Para la convocatoria extraordinaria, la realización de las prácticas se sustituirá por un examen de prácticas, que se llevará a cabo conjuntamente con los exámenes de teoría y problemas. El peso de cada examen en la calificación final será el mismo que para la convocatoria ordinaria.

## DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Aunque se prefiere la evaluación continua y la docencia presencial, aquellos estudiantes que siguiendo la normativa de la UGR se acojan a la modalidad de evaluación única final, seguirán las mismas pautas que en la convocatoria extraordinaria, sustituyendo la realización de las prácticas por un examen de prácticas que se llevará a cabo conjuntamente con los exámenes de teoría y problemas. El peso de cada examen en la calificación final será el mismo que para la convocatoria ordinaria.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

<http://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php>

Las tutorías se podrían atender de forma presencial o no presencial, por videoconferencia (Google Meet o similar) o correo electrónico oficial.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

En el Escenario A, el horario se mantendría como está programado, y se distribuirá entre clases presenciales, clases virtuales síncronas y clases virtuales asíncronas. En las clases virtuales se concentraría la enseñanza de índole teórica, mientras que en las presenciales se primaría la resolución de problemas. Las clases virtuales se impartirían utilizando las plataformas Google Meet o similares que dicte la UGR para la impartición síncrona, o serían compartidas por Google Drive o equivalente en caso de clases asíncronas. Las prácticas se realizarían siempre que fuera posible de forma online. Las prácticas de campo se sustituirían por el procesado y la



interpretación de datos experimentales registrados previamente. Se utilizaría la plataforma PRADO para la comunicación e intercambio de documentación con los alumnos.	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN</b> (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
En el Escenario A, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la convocatoria ordinaria. Los informes de prácticas se entregan por la plataforma PRADO. Los exámenes se realizarían de manera presencial, siempre que se pueda asegurar el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias.	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
En el Escenario A, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la convocatoria extraordinaria. Los exámenes se realizarían de manera presencial, siempre que se pueda asegurar el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias.	
<b>Evaluación Única Final</b>	
En el Escenario A, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la evaluación única final. Los exámenes se realizarían de manera presencial, siempre que se pueda asegurar el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias.	
<b>ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</b>	
<b>ATENCIÓN TUTORIAL</b>	
<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<a href="http://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php">http://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php</a>	Las tutorías se atenderían de forma no presencial, por videoconferencia (Google Meet o similar) o correo electrónico oficial
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
En el Escenario B, el horario se mantendría como está programado, y se distribuirá entre clases virtuales síncronas y clases virtuales asíncronas. Las clases virtuales se impartirían utilizando las plataformas Google Meet o similares que dicte la UGR para la impartición síncrona, o serían compartidas por Google Drive o equivalente en caso de clases asíncronas. Las prácticas se realizarían siempre que fuera posible de forma online. Las prácticas de campo se sustituirían por el procesado y la interpretación de datos experimentales registrados previamente. Se utilizaría la plataforma PRADO para la comunicación e intercambio de documentación con los alumnos.	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN</b> (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
En el Escenario B, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la convocatoria	



ordinaria. Los informes de prácticas se entregan por la plataforma PRADO. Los exámenes se realizarían de manera virtual, mediante las plataformas PRADO, Google Meet, o las que indique la UGR en su momento.

#### **Convocatoria Extraordinaria**

En el Escenario B, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la convocatoria extraordinaria. Los exámenes se realizarían de manera virtual, mediante las plataformas PRADO, Google Meet, o las que indique la UGR en su momento.

#### **Evaluación Única Final**

En el Escenario B, se mantendrían los instrumentos, criterios y porcentajes de evaluación para la evaluación única final. Los exámenes se realizarían de manera virtual, mediante las plataformas PRADO, Google Meet, o las que indique la UGR en su momento.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)**

