

# GEOFÍSICA

Curso 2016-2017 (última actualización 18 de junio de 2016)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Nombre del módulo	GEOFÍSICA	3º	1º	6	OPTATIVA
<b>PROFESORES</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>JESÚS M. IBÁÑEZ GODOY</li> <li>FCO. JAVIER ALMENDROS GONZÁLEZ</li> </ul>			Dpto. Física Teórica y del Cosmos Área de Física de la Tierra Facultad de Ciencias Ed. Física, planta baja, despachos 4 y 5 Correo electrónico: jibanez@ugr.es, vikingo@ugr.es		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Jesús Ibáñez: lunes y miércoles, de 8 a 11. Fco. Javier Almendros González: martes y viernes de 11 a 14.		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en FÍSICA			Cumplimentar con el texto correspondiente, si procede		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
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>					
Campo Gravitatorio Terrestre. Sismología y estructura del interior de la Tierra. Campo Eléctrico de la Tierra. Geomagnetismo. Generación y flujo de calor terrestre. Geodinámica.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
<b>Transversales</b> 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**

**PROGRAMA TEÓRICO:**

**1.- Estructura y composición de la Tierra**

Dimensiones terrestres. Movimientos principales de la Tierra. Capas de la Tierra. Densidad media. Compresibilidad y constantes elásticas en el interior de la Tierra. Presiones en el interior de la Tierra. Composición química de los minerales y las rocas de la Tierra.

**2.- Gravimetría**

Forma y potencial gravitatorio de la Tierra. Dinámica de rotación de la Tierra. Potencial de la gravedad. 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. Concepto de altitud. 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.

**3.- Sismología**

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. El mecanismo de la fuente sísmica. Modelos de fractura. Sismicidad y riesgo sísmico. Tomografía sísmica y estructura profunda. Mecanismo focal.

**4.- Geomagnetismo**

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

**5.- Geoelectricidad**

Resistividad y conductividad eléctrica de las rocas. Inducción eléctrica. Conductividad en el interior de la Tierra. Potenciales naturales y corrientes telúricas.



## 6.- Geotermia, Radiactividad y Geocronología

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 la Geocronología. Series radiactivas. La edad de la Tierra. Evolución térmica de la Tierra.

## 7.- Geodinámica

Teorías geodinámicas. Tectónica de placas. Tipos de límites de placas. Procesos de generación. Orogénesis y volcanismo. Deriva continental. Mecanismos del movimiento de placas.

### PROGRAMA 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. The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics (2nd edition), Cambridge University Press, 2004.
- Lillie, R. J. Whole Earth Geophysics: An introductory textbook for Geologist and Geophysicists, Prentice-Hall, 1999.
- Lowrie, W. Fundamentals of Geophysics (2nd edition), Cambridge University Press, 2007.
- Stacey, F. D., Davis, P. M. Physics of the Earth (4th edition), Cambridge University Press, 2008.
- Udías, A., Mezcuca, J. Fundamentos de Geofísica, Alianza Editorial, 1997.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

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



- Stein, S., Wysession, M. An introduction to Seismology, earthquakes, and Earth structure, Wiley-Blackwell, 2003.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. Applied Geophysics (2nd edition), Cambridge University Press, 1991.
- Turcotte, D. L., Schubert, G. Geodynamics (2nd edition), Cambridge University Press, 2002.
- Udías, A. Principles of Seismology, Cambridge University Press, 2000.
- Yeats, R. S., Sieh, K. E., Allen, C. R. Geology of earthquakes, Oxford University Press, 1997.

(prácticamente todos los libros citados están disponibles en la Biblioteca de la UGR)

## 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/>
- 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://iagpds.ugr.es>
- Instituto Geológico de Cataluña - <http://www.igc.cat>
- Departamento de Geofísica (UCM) - <https://www.ucm.es/geofis-meteo>
- Real Observatorio de la Armada - [http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/ciencia\\_observatorio](http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/ciencia_observatorio)



- Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera" - <http://www.ictja.csic.es>
- Instituto de Astronomía y Geodesia - <http://www.iag.csic.es>
- Instituto de Geociencias UCM-CSIC - <http://www.igeo.ucm-csic.es>
- Comisión Española de Geodesia y Geofísica - [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/MASORGANOS/cegg](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/MASORGANOS/cegg)

## METODOLOGÍA DOCENTE

### ACTIVIDADES PRESENCIALES:

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

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES:

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

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temas	1	2		3			4		5	6	7				
Horas de teoría	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2
Horas de problemas			1		1		1		1		1				
Horas de prácticas				3		3		3		3		3			

Las clases de problemas se darán en el aula asignada para las clases de teoría. Las prácticas se realizarán en las aulas de ordenadores de la Facultad de Ciencias, salvo las que requieran medidas de campo

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La evaluación se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos, problemas y prácticas y de los exámenes 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 sobre el programa teórico: 67 %
- Problemas y prácticas: 33 %

La asistencia a las prácticas es obligatoria. 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, trabajos, problemas y prácticas).

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, realizarán un examen teórico de conocimientos y resolución de problemas y un examen de prácticas en el laboratorio con el mismo peso indicado anteriormente, siendo también indispensable aprobar el examen práctico para



aprobar la asignatura.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Como complemento al conocimiento de esta asignatura se podrá utilizar información de internet, siempre que esta esté bien contrastada.

El Departamento de Física Teórica y del Cosmos aprobó la presente guía docente en sesión del Consejo de Departamento de fecha \_\_\_\_\_ . Para que conste a los efectos oportunos,

Fecha, firma y sello

Fdo.: Director/a o Secretario/a

