



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Geofísica en código abierto
Title:	Open Source Geophysics
Tutor/es:	Juanjo Ledo
E-mail tutor/es:	jledo@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo consiste en implementar en Python los fundamentos físicos y matemáticos de un método geofísico (electromagnetismo, campos potenciales, sismica u otro), utilizando entornos y librerías de código abierto como SimPEG para simulación e inversión de datos electromagnéticos y de potencial, ObsPy para procesamiento de señales sísmicas, Fatiando para modelado gravimétrico/magnético, y PyGIMLi para inversión 2D/3D en métodos eléctricos y electromagnéticos.

La persona seleccionada aplicará estas herramientas a un caso real con datos de campo o simulados, validando los resultados mediante comparación con modelos teóricos o mediciones existentes.

Este TFG integra teoría geofísica con técnicas de cálculo, desarrollando competencias en simulación numérica, gestión de datos geofísicos y programación en Python, mientras se contribuye a la caracterización de sistemas naturales o antrópicos mediante métodos no invasivos.

La principal distinción entre los dos TFG propuestos radica en el método geofísico y las herramientas específicas: El proyecto relacionado con electromagnetismo o campos potenciales empleará SimPEG/Fatiando, mientras el otro estaría relacionado con sismica con ObsPy o métodos eléctricos mediante PyGIMLi, variando en los fundamentos físicos y técnicas de inversión.

Metodología:

Una vez seleccionado el método geofísico, el alumno deberá profundizar en sus fundamentos físico y matemáticos para poder establecer las hipótesis necesarias que permitan resolver las ecuaciones de manera numérica o analítica.

De esta manera se podrán generar datos sintéticos a partir de las respuestas de los diferentes modelos estudiados.

El uso de datos reales permitirá obtener un modelo geofísico del subsuelo, ya sea mediante la solución del problema inverso o por ensayo y error.

Conocimientos medios de programación en Python/matlab recomendados

Bibliografía:

pyGIMLi

<https://www.pygimli.org>

(Geophysical Inversion and Modelling Library) es una biblioteca de Python para modelado e inversión en geofísica.

Fatiando a Terra

<http://www.fatiando.org>

Fatiando a Terra es un conjunto de paquetes open-source de Python orientados principalmente a la geofísica.

SimPEG

<https://simpeg.xyz>

SimPEG es una biblioteca Python para simulación y estimación de parámetros en geofísica.

ObsPy

<https://docs.obspy.org>

ObsPy es una biblioteca Python para procesamiento y análisis de datos sísmicos.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Si hablaran las rocas
Title:	The talking stones
Tutor/es:	Vicente Carlos Ruiz Martínez
E-mail tutor/es:	vcarlos@ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

-Comprensión de los fundamentos y aplicaciones de:

(1-a) la técnica paleomagnética, relacionada con el estudio de las componentes direccionales de las magnetizaciones remanentes preservadas en los minerales ferromagnéticos presentes en las rocas de la corteza terrestre (paralelas a las direcciones del campo geomagnético en el pasado geológico), aplicada al conocimiento tanto del campo magnético terrestre en el pasado, como de la tectónica litosférica de nuestro planeta.

(1-b; alternativamente a 1-a) de la técnica de "Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética" (ASM), método experimental aplicado a describir estadísticamente la orientación preferente de los ejes de ASM de los minerales dia-, para- o ferro-magnéticos presentes en las rocas y su relación con los esfuerzos que la causan (paleoflujos magmáticos, paleocorrientes sedimentarias y/o paleoesfuerzos tectónicos).

(2) diversos experimentos de magnetismo de rocas (incluyendo ciclos de histéresis, curvas de susceptibilidad con temperatura) aplicados a la identificación de los minerales ferromagnéticos presentes en rocas naturales, necesaria para la correcta interpretación de las anteriores técnicas.

-Que el estudiante pueda encaminar su trabajo con diferentes opciones en el marco de cada una de estas dos técnicas anteriormente descritas (1-a, 1-b):

(OPCIÓN A): Realización de medidas experimentales en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la UCM, eligiendo temática y litología entre las numerosas y diferentes disponibles (incluyendo la posibilidad de realizar previamente un muestreo de rocas orientadas in situ), con la que trabajar posteriormente y realizar una interpretación al menos cualitativa. Desarrollo de destrezas experimentales, encaminadas a la obtención de resultados científicos de calidad.

(OPCIÓN B): Análisis e interpretación de un número estadísticamente significativo de datos experimentales reales previamente obtenidos (aportados al estudiante, explicándole la metodología aplicada para su obtención), a elegir entre una amplia variedad de temáticas y litologías disponibles.

(OPCIÓN C): Estudio bibliográfico encaminado a recabar y exponer el estado del arte de una de estas dos técnicas respecto a una temática específica a elegir por el estudiante (o entre una variedad de tópicos de la literatura científica específica expuestos por el tutor)

-Desarrollo de destrezas, en el marco de las Ciencias de la Tierra, (i) en el análisis e interpretación (haciendo uso de software libre específico) de datos experimentales de magnetismo de rocas y o bien de paleomagnetismo o bien de ASM, así como (ii) en la divulgación científica de las conclusiones obtenidas en la temática elegida.

Metodología:

El estudiante, siempre tutorizado por su tutor,

-Introducción, basada en los conocimientos adquiridos en el Grado, a (i) la bibliografía genérica sobre las técnicas básicas de magnetismo de rocas y paleomagnetismo / ASM; así como a (ii) la lectura de artículos científicos, aplicados a escenarios naturales, específicos de la temática específica finalmente escogida, y específicos también de la litología de estudio (flujos de lava / corrientes de densidad piroclásticas/ diques / plutones / gabros / distintas facies sedimentarias como areniscas, margas, calizas ...) y de sus correspondientes épocas geológicas y contextos geodinámicos.

-(OPCIÓN A)*: Medidas experimentales, utilizando el equipamiento del laboratorio de paleomagnetismo de la UCM, de:

(1-a) la remanencia preservada en rocas (con un magnetómetro giratorio JRA5) sucesivamente tras cada paso de un protocolo de desmagnetización progresiva (térmica, con un horno *Schonstedt*, o mediante la aplicación de campos alternos decrecientes, con un aparato LDA5)

(1-b) la susceptibilidad magnética y su anisotropía espacial utilizando el puente de susceptibilidad "KLY-4 *kappabridge*"

(2) experimentos de magnetismo de rocas (espectrómetro de coercitividad, puente de susceptibilidad a temperaturas variables, etc).

(*Existe la posibilidad de considerar la realización previa de un muestreo de rocas orientadas in situ con las que trabajar posteriormente)

-(OPCIONES A, B):

(1-a) Cálculo de paleodirecciones (o paleopolos) del campo magnético terrestre, identificación de los minerales portadores de remanencias, e interpretación de los resultados (con ayuda del software libre específico *REMASOFT* -www.agico.com-; y eventualmente *GPLATES* -www.gplates.org-).

(1-b) Análisis de las direcciones de orientación preferente de los ejes principales del tensor susceptibilidad magnética (con ayuda del software libre específico *CUREVAL* y *ANISOFT* -www.agico.com-) en las rocas en las que se han realizado las medidas de ASM, e interpretación de su causa (deposicional vs. tectónica / evolución tectono-magmática).

(2) Identificación de los minerales magnéticos presentes en las rocas estudiadas a partir de los resultados de los experimentos de magnetismo de rocas

-(OPCIÓN C): Búsqueda y selección de artículos relevantes (por su carácter recopilatorio, o novecoso) de la técnica y la aplicación elegidas. Comprensión del contexto, hitos conseguidos, retos y vías futuras a resolver, de la técnica y la aplicación elegidas. Síntesis y exposición.

-Síntesis de la exposición de resultados y su discusión.

Bibliografía:

-Artículos científicos, específicos sobre la temática elegida.

-Lanza, R. and Meloni, A. 2006, "*Basic Principles of Rock Magnetism*" chapter 2 in "*The Earth's magnetism*". Springer-Verlag, Berlin.

-Lanza, R. and Meloni, A. 2006, "*Paleomagnetism*" chapter 4 in "*The Earth's magnetism*". Springer-Verlag, Berlin.

-Lanza, R., Meloni, A. 2006. "*Magnetic Fabric of Rocks*", chapter 5 in "*The Earth's magnetism*", Springer-Verlag, Berlin.

-Soto, R. 2016. "*¿Qué nos indica la orientación preferente de minerales detectada a partir del estudio de la fábrica magnética?*". Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 24-3, 261-274.

-Tauxe, L. 2020, *Essentials of Paleomagnetism: Fifth Web Edition*. <https://earthref.org/MagIC/books/Tauxe/Essentials/>.

-Villalain Santamaría, J. J. 2016. "*La historia del campo magnético terrestre registrada en las rocas. Fundamentos del Paleomagnetismo*". Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 24-3, 261-274.

-Villalain Santamaría, J. J. 2016. "*Técnicas en Paleomagnetismo*". Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 24-3, 275-281.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Características del Campo Geomagnético en los últimos 10 años
Title:	Characteristics of the Geomagnetic Field over the last 10 years
Tutor/es:	F. Javier Pavón Carrasco, Saioa Arquero Campuzano
E-mail tutor/es:	fjpavon@ucm.es, sacampuzano@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del TFG que se propone es doble:

- Por una parte, un estudio bibliográfico sobre los diferentes modelos de campo geomagnético principal que se han desarrollado en la última década, con especial interés en el modelo Internacional de Referencia que se ha publicado en 2025: el IGRF-14.
- Por otro lado, se usarán los coeficientes de Gauss de dicho modelo IGRF para analizar algunas características del campo geomagnético principal en los últimos 10 años, como son la posición de los polos geomagnéticos y magnéticos, la extensión de la anomalía del Atlántico Sur, el flujo de velocidad del campo geomagnético en el límite entre el manto y el núcleo externo, etc.

Metodología:

El trabajo incluye varias actividades, desde la recopilación bibliográfica necesaria para entender el estado del arte en el ámbito del estudio que se propone, hasta el uso de datos procedentes de modelos de referencia del campo geomagnético. Para ello se hará uso de buscadores web de información bibliográfica (SCOPUS, Web of Knowledge, etc.) y se recomendará que el alumno/a esté familiarizado con software de programación (Matlab, Python, etc.) a nivel básico. Se recomienda además conocimientos básicos de geofísica (por ejemplo, que haya cursado la asignatura Física de la Tierra).

Bibliografía:

Alken, P., E. Thébault, C. D. Beggan, et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth, Planets and Space*, 73, 49.

Beggan, C. D., Kloss, C., Amblard, P. et al. (2025). International Geomagnetic Reference Field: the fourteenth generation. *Earth, Planets and Space*, in prep.

Campuzano, S. A., Pavón-Carrasco, F. J., De Santis, A., González-López, A., and Qamili, E. (2020). South Atlantic Anomaly areal extent as a possible indicator of geomagnetic jerks in the satellite era. *Frontiers in Earth Science*, 8, 563.

Livermore, P. W., Finlay, C. C., & Bayliff, M. (2020). Recent north magnetic pole acceleration towards Siberia caused by flux lobe elongation. *Nature Geoscience*, 13(5), 387-391.

Whaler, K. A., Hammer, M. D., Finlay, C. C., & Olsen, N. (2022). Core surface flow changes associated with the 2017 Pacific geomagnetic jerk. *Geophysical Research Letters*, 49(15), e2022GL098616.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Jerks geomagnéticos: sacudidas bruscas del campo magnético de la Tierra
Title:	Geomagnetic jerks: abrupt changes of the Earth's magnetic field
Tutor/es:	F. Javier Pavón Carrasco, Mario Serrano Sánchez-Bravo
E-mail tutor/es:	fjpavon@ucm.es, marioser@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del trabajo que se oferta es analizar una de las características del campo magnético terrestre: sus sacudidas bruscas. El campo magnético de la Tierra generado en el núcleo externo de la Tierra sufre cada cierto tiempo (aproximadamente 3 - 4 años) unas variaciones bruscas que se denominan jerks geomagnéticos. En este trabajo se analizará la ocurrencia de los jerks en los últimos años (2000 - 2026), analizando cómo estos evolucionan en la superficie de la Tierra y en el límite entre el manto terrestre y el núcleo externo.

Metodología:

El trabajo incluye varias actividades, desde la recopilación bibliográfica necesaria para entender el estado del arte en el ámbito del estudio que se propone, hasta el uso de datos procedentes de modelos de referencia del campo geomagnético, como es el modelo CHAOS (Finlay et al., 2021). Para ello se hará uso de buscadores web de información bibliográfica (SCOPUS, *Web of Knowledge*, etc.) y se recomendará que el alumno/a esté familiarizado con software de programación (Matlab, Python, etc.) a nivel básico. Se recomienda además conocimientos básicos de geofísica (por ejemplo, que haya cursado la asignatura Física de la Tierra).

Bibliografía:

- Alken, P., Thébault, E., Beggan, C. D., Amit, H., Aubert, J., Baerenzung, J., ... & Zhou, B. (2021). International geomagnetic reference field: the thirteenth generation. *Earth, Planets and Space*, 73(1), 1-25.
- Brown, W. J., J. E. Mound, and P. W. Livermore (2013), Jerks abound: An analysis of geomagnetic observatory data from 1957 to 2008, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 223, 62 -76, doi:10.1016/j.pepi.2013.06.001.
- Campuzano, S. A., Pavón-Carrasco, F. J., De Santis, A., González-López, A., & Qamili, E. (2021). South Atlantic Anomaly areal extent as a possible indicator of geomagnetic jerks in the satellite era. *Frontiers in Earth Science*, 8, 607049.
- Finlay, C. C., Kloss, C., Olsen, N., Hammer, M. D., Tøffner-Clausen, L., Grayver, A., & Kuvshinov, A. (2020). The CHAOS-7 geomagnetic field model and observed changes in the South Atlantic Anomaly. *Earth, Planets and Space*, 72(1), 156.
- Pavón-Carrasco, F.J., Marsal, S., Campuzano, S.A., Torta, J.M. Signs of a new geomagnetic jerk between 2019 and 2020 from Swarm and observatory data (2021) *Earth, Planets and Space*, 73 (1), art. no. 175. DOI: 10.1186/s40623-021-01504-2.
- Torta, J.M., F. J. Pavón-Carrasco, S. Marsal, and C. C. Finlay (2015), Evidence for a new geomagnetic jerk in 2014, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 7933 -7940, doi:10.1002/2015GL065501.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	De la Geofísica a la Ciencia Ficción
Title:	From Geophysics to Science Fiction
Tutor/es:	M. Luisa Osete López, F. Javier Pavón Carrasco
E-mail tutor/es:	mlosete@ucm.es, fjpavon@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y/o filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Física de la Tierra. Se realizarán las siguientes tareas: Identificar las hipótesis físicas que subyacen. Estudiar la viabilidad de las hipótesis. Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc. Indicando cuales serían la soluciones geofísicas más plausibles.

Metodología:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra. Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.

Bibliografía:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics". Cambridge University Press. 2005

W. Lowrie Fundamentals of Geophysics. Cambridge Univ. 2007.

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Fundamentos físicos del transporte de calor y fluidos en sistemas geotérmicos
Title:	Physics fundamentals of heat and fluid transport in geothermal systems
Tutor/es:	Ana M. Negredo Moreno
E-mail tutor/es:	amnegred@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Comprender los procesos que contribuyen al potencial geotérmico de una determinada zona.
2. Aproximación al 'estado del arte' del estudio de estos procesos.
3. Manejo de las ecuaciones de transporte de calor y de fluidos.
4. Diseño de modelos numéricos sencillos para testear escenarios simplificados.

Metodología:

La evaluación del recurso geotérmico requiere comprender la interacción entre tres elementos clave: el calor, los fluidos y las fracturas. La metodología propuesta para acercarse a este problema comprende varias fases. En una primera fase el/la estudiante realizará un estudio teórico de los fundamentos físicos y la derivación de las ecuaciones de transporte de calor y de la ley de Darcy. Posteriormente estudiará los acoplamientos entre ambas ecuaciones. Se trata de un problema de `multifísica' que permite cuantificar el intercambio de calor entre los niveles profundos y los superficiales. Finalmente el/la estudiante implementará modelos sencillos en códigos numéricos (e.g. Comsol Multiphysics) para evaluar cuantitativamente el transporte de calor mediante fluidos, un aspecto clave para valorar el potencial geotérmico.

Bibliografía:

1. Turcotte, D. and Schubert, G. (2014). Geodynamics. 3rd ed., Cambridge University Press.
2. Jaupart, C. and Mareschal, J.-C. (2007) Heat Flow and Thermal Structure of the Lithosphere. In: Schubert, G., Ed., Treatise on Geophysics, Elsevier, Oxford, 217-252.
<https://doi.org/10.1016/B978-044452748-6.00104-8>
3. Publicaciones relevantes en revistas científicas especializadas



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Perspectivas geotérmicas en la Península Ibérica e Islas Canarias
Title:	Geothermal perspectives in the Iberian Peninsula and Canary Islands
Tutor/es:	Ana M. Negredo Moreno, Javier Fullera Urchulutegui
E-mail tutor/es:	amnegred@ucm.es, jfullera@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Comprender los rasgos básicos de la estructura térmica de la litosfera en la P. Ibérica e Islas Canarias.
2. Comprender los conceptos y la cuantificación del flujo de calor superficial.
3. Revisión de las medidas de flujo de calor disponibles.
4. Aplicación de nuevos métodos para estimar el potencial geotérmico de las zonas de estudio.

Metodología:

El/la alumno/a comenzará con una revisión bibliográfica de la temática del trabajo. Esta fase de estudio será progresiva. Comprenderá un análisis de las ecuaciones que gobiernan el transporte de calor, y debe concluir con la comprensión del estado actual de conocimiento del régimen térmico de la Península Ibérica e Islas Canarias.

Uno de los estudiantes (estudiante 1) se centrará en la Península Ibérica, analizando estructuras de mayor longitud de onda; y otro (estudiante 2) en las Islas Canarias, lo cual le permitirá analizar el régimen térmico creado por intrusiones magmáticas recientes.

El estudiante 1 realizará una revisión de los datos de flujo de calor superficial y evaluará la aplicabilidad de metodologías como Aprendizaje Automático para inferir el flujo de calor en zonas poco cubiertas por medidas, mientras que el estudiante 2 aplicará métodos numéricos de resolución de la ecuación de transporte de calor. Finalmente, ambos estudiantes discutirán de manera comparada el potencial geotérmico de diferentes zonas de la Península Ibérica e Islas Canarias.

Bibliografía:

1. Jaupart, C. and Mareschal, J.-C. (2007) Heat Flow and Thermal Structure of the Lithosphere. In: Schubert, G., Ed., Treatise on Geophysics, Elsevier, Oxford, 217-252.
<https://doi.org/10.1016/B978-044452748-6.00104-8>
2. Fowler, C.M.R., 2005, The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press.
3. Publicaciones relevantes en revistas científicas especializadas



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	El pasado del campo magnético terrestre registrado en yacimientos arqueológicos
Title:	The past of the Earth's magnetic field recorded in archaeological sites
Tutor/es:	María Luisa Osete López
E-mail tutor/es:	mlosete@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo general a alcanzar es obtener información sobre el pasado del campo magnético terrestre.

Para ello se deberá: 1) Comprender los procesos de registro del campo geomagnético; 2) Conocer las técnicas de laboratorio utilizadas para aislar la magnetización remanente natural y las herramientas estadísticas empleadas en el cálculo de direcciones medias; 3) Comprender la herramienta de datación arqueomagnética.

Metodología:

Se trata de un trabajo experimental que se realizará en el laboratorio de paleomagnetismo del Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Se analizarán de 8 a 10 muestras arqueológicas (seleccionadas por el profesor). Las muestras se desimanarán por campos alternos decrecientes, y, en su caso, térmicamente. Se analizará la estabilidad de la remanencia y se calcularán las direcciones medias y los parámetros estadísticos asociados (Butler 2004). La comparación de los resultados con una curva patrón de Iberia (por ejemplo la generada por el modelo SCHA.DIF.4k : Pavón Carrasco et al. 2021) y la utilización de los programas Archeo_dating (Pavón Carrasco et al, 2010) o ArchaeoPhy-dating (Serrano et al., 2024) proporcionará la edad arqueomagnética del yacimiento.

Bibliografía:

Butler, R. Palaeomagnetism. Magnetic Domains to Geologic Terranes. Electronic Edition (2004).

Pavón-Carrasco et al. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. JAS, 38 (2), pp. 408-419, 2011.

Pavón-Carrasco et al., SCHA.DIF.4k: 4,000 years of Paleomagnetic Reconstruction for Europe and Its Application for Dating. JGR-solid Earth, 126, 3. e2020JB021237. 2021. DOI: 10.1029/2020JB021237

Serrano, M., Pavon-Carrasco, F. J., Campuzano, S. A., Osete, M. L. ArchaeoPyDating: A new user-friendly release for archaeomagnetic dating. Archaeometry, 1-14. 2024. <https://doi.org/10.1111/arcm.13009>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Tratamiento, análisis y modelización de anomalías magnéticas
Title:	Treatment, analysis and modelling of magnetic anomalies
Tutor/es:	Fátima Martín Hernández
E-mail tutor/es:	fatima@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Familiarizar a el o la estudiante con el la búsqueda y solicitud de datos de anomalías magnéticas en bases de datos catalogadas, el análisis y tratamiento de estos datos y su interpretación.

- 1) Estudio de una zona en la que las anomalías magnéticas pueden resolver un problema de mayor escala.
- 2) búsqueda de datos de calidad en bases de datos y relleno de datos con técnicas de ML.
- 3) análisis de datos por técnicas derivadas de la teoría de campos potenciales, señal analítica, reducción al polo.
- 4) modelización con un modelo conceptual

Metodología:

El o la estudiante buscará en la base de datos recomendada el sitio de estudio. Se dedicará a analizar los datos, hacer estadística de los mismos, representarlos geográficamente, añadir con técnicas de “machine learning” ausencia de datos, tratarlos en las representaciones habituales, reducción al polo, señal analítica, ángulo de inclinación.

Se trabajará un modelo numérico conceptual y la bondad del mismo.

Bibliografía:

Lowrie, W., and A. Fichtner. 2020. Fundamentals of Geophysics. Third edition. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Burger, 2023, Introduction to Applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface. Cambridge University Press.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Caracterización de las propiedades magnéticas en materiales de origen arqueológico
Title:	Characterization of the rock magnetic properties of archaeological material
Tutor/es:	Fátima Martín Hernández
E-mail tutor/es:	fatima@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Familiarizar a el o la estudiante con la caracterización de propiedades magnéticas en muestras arqueomagnéticas. En particular:

- 1) Familiarización y uso de la instrumentación habitual en un laboratorio de paleomagnetismo.
- 2) Identificación de los principales portadores de la remanencia.
- 3) Caracterización de su estado de dominio e idoneidad para el estudio arqueomagnético.
- 4) Discursión de los resultados.

Metodología:

El o la estudiante realizará un estudio de magnetismo de rocas para muestras de algún yacimiento de interés arqueomagnético. Trabjará en la preparaci3n de muestras y medidas generales de caracterizaci3n magnética (susceptibilidad magnética y propiedades derivadas de ciclos de histéresis). Un estudio detallado de los resultados permitir3 realizar medidas m3s detalladas en especímenes que resulten de interés particular. Todos los resultados se incorporaran de forma razonada en un trabajo de caracterizaci3n general para el yacimiento de estudio.

Bibliografía:

Butler, R., 2004, Paleomagnetism. Magnetic Domains to Geologic Terranes. Electronic Edition.

Lowrie, W., and A. Fichtner. 2020. Fundamentals of Geophysics. Third edition. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Tauxe, L., 2020, Essentials of Paleomagnetism, 5th Web Edition, <https://earthref.org/MagIC/books/Tauxe/Essentials/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Estudio de anomalías magnéticas durante el Holoceno
Title:	Study of the magnetic anomalies during the Holocene
Tutor/es:	Saioa Arquero Campuzano, Marina Puente Borque
E-mail tutor/es:	sacampuzano@ucm.es, mpborque@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo es analizar algunas de las anomalías magnéticas más interesantes del campo magnético de la Tierra de origen interno (campo principal) que se han dado durante el Holoceno, como la anomalía del Atlántico Sur o la anomalía Levantina de la Edad del Hierro. A partir de modelos en armónicos esféricos del campo en el pasado (últimos 14000 años) se analizará su presencia en el pasado y se discutirá su origen estudiando algunas de sus características más relevantes como desplazamiento y extensión, entre otras, tanto en superficie como descendiendo hasta la frontera manto-núcleo externo.

Metodología:

El trabajo incluye la recopilación bibliográfica necesaria para entender el estado del arte en el ámbito del estudio que se propone y el uso de datos procedentes de modelos de referencia del campo geomagnético. Para ello se hará uso de buscadores web de información bibliográfica (SCOPUS, *Web of Knowledge*, etc.) y se recomendará que el estudiante esté familiarizado con software de programación (Matlab, Python, o similares) a nivel básico. Se recomienda además conocimientos generales de geofísica (geomagnetismo, en concreto).

Bibliografía:

- Kono, M., 2015. In: Kono, M. (2nd Ed.), *Treatise on Geophysics*, vol. 5, Elsevier Science, pp.1–32.
- Hulot, G., Sabaka, T.J., Olsen, N., and Fournier, A. (2015). The Present and Future Geomagnetic Field. *Treatise on Geophysics*, 2nd edition, (2015), vol. 5, pp. 33-78.

Además, se le proporcionarán al estudiante publicaciones en revistas indexadas que tratan sobre esta temática:

Nilsson, A., Suttie, N., Stoner, J. S., and Muscheler, R. (2022). Recurrent ancient geomagnetic field anomalies shed light on future evolution of the South Atlantic Anomaly. *PNAS*, 119 (24), e2200749119.

Hassul, E., Shaar, R., Vaknin, Y., Agnon, A., Gallet, Y., Leibner, U., et al. (2024). Geomagnetic field intensity during the first millennium BCE from royal Judean storage jars: Constraining the duration of the Levantine Iron Age Anomaly. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 25, e2023GC011263.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	La corteza terrestre a escala global
Title:	The Earth's crust at global scale
Tutor/es:	Javier Fullera Urchulutegui
E-mail tutor/es:	jfullera@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Caracterización geofísica y petrológica de la corteza terrestre. Comprensión de la discontinuidad corteza-manto.
2. Revisión bibliográfica de las diferentes técnicas geofísicas empleadas para modelizar la corteza. Comprensión de la resolución e incertidumbres asociadas.
3. Compilación crítica de estudios sísmicos pasivos sobre la estructura cortical en océanos y continentes.
4. Comparación de modelos globales de corteza disponibles para la comunidad científica
5. Cálculo de las respuestas gravimétricas e isostáticas de los diversos modelos de corteza.

Metodología:

El alumno comenzará con una revisión bibliográfica de la temática del trabajo. Primero deberá familiarizarse con la corteza terrestre desde un punto de vista geofísico y petrológico así como con la dicotomía entre océanos y continentes. En la segunda fase del estudio bibliográfico el alumno revisará las diferentes técnicas geofísicas (sísmicas, gravimétricas) empleadas para estudio de la estructura cortical, sus capacidades de resolución e incertidumbre.

Posteriormente realizará una comparación entre modelos globales de corteza disponibles (open access), y una compilación de estudios geofísicos (sísmica pasiva) disponibles en océanos y continentes. En la última fase el alumno realizará un cálculo de la respuesta gravimétrica e isostática de los diferentes modelos de corteza.

Bibliografía:

1. Turcotte, D., & Schubert, G. (2014). Geodynamics. Cambridge university press.
2. Mooney, W. D. (2010). 1.11 Crust and Lithospheric Structure -Global Crustal Structure. Seismology and Structure of the Earth: Treatise on Geophysics, 1, 361.
3. Claus Prodehl, Walter D. Mooney, 2012, Exploring the Earth's Crust --History and Results of Controlled-Source Seismology, DOI: <https://doi.org/10.1130/MEM208>, Geological Society of America
4. Rudnick, R. L., and S. Gao. "The crust. Treatise on geochemistry." Elsevier Ltd. Oxford 3 (2003)
5. Heiskanen, W.A. and Moritz, H. (1967) Physical Geodesy. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
6. Afonso, J. C., Moorkamp, M. and Fulla, J. (2016). Imaging the Lithosphere and Upper Mantle. In Integrated Imaging of the Earth (eds M. Moorkamp, P. G. Lelièvre, N. Linde and A. Khan). doi:10.1002/9781118929063.ch10



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Análisis de la sismicidad en República Dominicana en 2024
Title:	Analysis of the seismicity in the Dominican Republic in 2024
Tutor/es:	Diana Núñez Escribano
E-mail tutor/es:	dianan01@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Comprender y/o aprender los principales conceptos de sismicidad
2. Aplicar estos conceptos al estudio de las características de los terremotos en una región de elevada complejidad tectónica.
3. Comparar el catálogo reportado por las diferentes redes sísmicas que operan en la región.
4. Interpretar estos resultados en el marco sismotectónico de la zona noreste de la Placa de Caribe.

Metodología:

La/el alumna/o comenzará realizando una revisión bibliográfica de la sismotectónica del área de trabajo utilizando preferentemente Web of Science, cuya información podrá ser completada con información proporcionada por las redes sísmicas que operan en la región.

Posteriormente, la/el alumna/o deberá comprender o aprender los diferentes parámetros físicos que caracterizan la localización espacial y temporal de un terremoto, magnitud, intensidad, momento, aceleración, mecanismo de ruptura. Después, realizará una revisión de las diferentes redes sísmicas que operan en la región de estudio y la información proporcionada.

Finalmente, la/el alumna/o deberá discutir la información obtenida dentro del marco sismotectónico

Bibliografía:

Fowler, C.M.R. The Solid Earth. Cambridge University Press, 2ª ed. 2004

Lowrie, W., Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press. 2007

Udías, A. y Mézcua, J. Fundamentos de Geofísica. Alianza Universidad, 1997

<https://earthquake.usgs.gov/>

<https://sismologico.uasd.edu.do/>

<https://redsismica.uprm.edu/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Propiedades elásticas del hierro bajo presiones del núcleo interno terrestre
Title:	Elastic properties of iron under Earth's inner core pressures
Tutor/es:	Maurizio Mattesini
E-mail tutor/es:	mmattesi@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

Cálculo teórico de los parámetros elásticos del hierro en condiciones de alta presión, alcanzando los valores típicos del núcleo interno de la Tierra (360 GPa). Se prestará especial atención al cálculo del módulo de cizalla, ya que es un parámetro muy importante para determinar la naturaleza mecánicoelástica del núcleo terrestre. Los resultados teóricos se compararán con los valores proporcionados por los modelos de Tierra más conocidos (PREM, IASPEI, Ak135, etc.).

Los dos trabajos propuestos se diferenciarán en el modelo de Fe que se estudiará: un TFG se centrará en el estudio del polimorfo cúbico centrado en el cuerpo (Fe-bcc) y el otro en la fase hexagonal compacta (Fe-hcp)."

Metodología:

En este trabajo se propone utilizar el método ab initio (resolución numérica de la ecuación de Schrödinger) para determinar el tensor elástico del hierro. Los cálculos numéricos se obtendrán mediante la Teoría del Funcional de la Densidad electrónica (DFT, por sus siglas en inglés), empleando la aproximación de supercelda y la aproximación de respuesta lineal. Los resultados de esta modelización teórica servirán para entender el comportamiento del núcleo interno de la Tierra, el cual presenta un módulo de cizalla bastante bajo. Se recomienda un conocimiento medio-alto de la terminal Linux y programación (por ejemplo, Python, Matlab, etc..), además de conceptos básicos de mecánica cuántica, estado sólido y geofísica.

Bibliografía:

The Solid Earth, An Introduction to Global Geophysics, by C. M. R. Flower, Cambridge University Press; ISBN: 0 521 89307 0. Core Dynamics, Treatise on Geophysics, vol. 8, by Dr. Peter Olson (Ed), Elsevier, 2009; ISBN: 978-0-444- 53457-6; The Earth's Inner Core by Hrvoje Tkalčić, Cambridge University Press, ISBN: 978-1-107-03730-4.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Aplicaciones de la sismica activa y pasiva a estudios geotécnicos y de zonificación sísmica
Title:	Active and passive seismic applications to geotechnical studies and seismic zoning
Tutor/es:	Diego Córdoba Barba
E-mail tutor/es:	dcordoba@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

Conocer los distintos métodos sísmicos que proporcionan los parámetros físicos necesarios para desvelar la estructura interna de la Tierra a escala superficial, para su aplicación en estudios geotécnicos y de zonificación sísmica.

Comprender los principios físicos y las técnicas empleadas en los experimentos de sismica activa y pasiva y aprender cómo deducir, a partir de ellos, las propiedades de la Tierra.

Metodología:

Búsqueda bibliográfica para aproximarse a los diferentes métodos sísmicos que permiten deducir la estructura de la Tierra y estudio de las características fundamentales de la sísmica activa y pasiva.

Comprensión, mediante la lectura crítica de trabajos científicos, de los aspectos generales de un experimento de sísmica pasiva y de sísmica activa y de cómo se obtienen los parámetros físicos necesarios para deducir la estructura de la Tierra a diferentes escalas.

Aplicación a una región de la Tierra, a partir de una base de datos de sísmica pasiva.

Bibliografía:

1. R.E. Sheriff, "Geophysical methods". Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A. ISBN 0-13-352568-6. (1989).
2. E.J.W. Jones, "Marine Geophysics". John Wiley & Sons Ltd, New Jersey, USA, ISBN 0-471-98694-1 (1999).
3. M. Bacon, R. Simm, T. Redshaw. "Seismic Interpretation". Cambridge University Press, Cambridge, UK ISBN 0-521-20670-7, (1976).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	El Campo de Gravedad en bordes continentales activos y pasivos
Title:	The Gravity Field at active and passive continental margins
Tutor/es:	Diego Córdoba Barba
E-mail tutor/es:	dcordoba@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

Conocer cómo se puede aplicar la información proporcionada por el campo de gravedad para estudiar la estructura del interior de la Tierra en bordes continentales activos y pasivos, así como la información que aporta a otros métodos geofísicos, como los basados en la propagación de ondas sísmicas.

Comprender los principios físicos y las técnicas empleadas en los experimentos de adquisición de datos de gravedad y aprender cómo deducir, a partir de ellos, la estructura del interior de la Tierra en zonas de transición océano-continente y en zonas de colisión entre placas tectónicas.

Metodología:

Búsqueda bibliográfica para aproximarse a los diferentes métodos gravimétricos que permiten deducir la estructura de la Tierra y estudio de las características fundamentales metodológicas de la gravimetría.

Comprensión, mediante la lectura crítica de trabajos científicos, de los aspectos generales de un experimento de adquisición de datos geofísicos en los que se utilizan gravímetros marinos, o terrestres y de cómo se obtienen los parámetros físicos necesarios para deducir la estructura de la Litosfera. Aplicación a una determinada región terrestre.

Bibliografía:

1. R.E. Sheriff, "Geophysical methods". Prentice Hall, Englewood Clifs. New Jersey, U.S.A. ISBN 0-13-352568-6. (1989).
2. W. Torge. 1989, Gravimetry. Walter de Gruyter, Berlín.
3. W. M. Telford, L.P. Geldart y R.E. Sheriff. 1990, Applied Geophysics, Second Edition. Cambridge University Press.