

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	5	Optativa	Presencial	Español
<b>MÓDULO</b>		Geofísica		
<b>MATERIA</b>		Tomografía Sísmica		
<b>CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>		Escuela Internacional de Posgrado		
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>Máster Universitario en Geofísica y Meteorología</b>		
<b>CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA</b>		ETS Ing. Edificación / Facultad de Ciencias		
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>				
Inmaculada Serrano Bermejo				
<b>DIRECCIÓN</b>		Instituto Andaluz de Geofísica, Campus Universitario de Cartuja, C/ Profesor Clavera 12, <a href="mailto:inmasb@ugr.es">inmasb@ugr.es</a>		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php">https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php</a>		
Antonio Villaseñor Hidalgo				
<b>DIRECCIÓN</b>		CSIC - Instituto de Ciencias del Mar (ICM), Passeig Marítim de la Barceloneta, 37, 08003 Barcelona.		
<b>TUTORÍAS</b>		Contactar con el profesor vía correo electrónico: <a href="mailto:antonio.villasenor@csic.es">antonio.villasenor@csic.es</a>		
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>				
<p>CG1 - Realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.</p> <p>CG2 - Identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, y a partir de ellos construir un modelo simplificado y realizar estimaciones sobre su evolución futura.</p> <p>CG3 - Idear la forma de comprobar la validez de un modelo e introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.</p> <p>CG6 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.</p> <p>CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o</p>				

<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/))

aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CT1 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.

CT3 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.

CT4 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinares para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.

CT5 - Incorporar los principios del Diseño Universal en el desempeño de su profesión.

CE1 - Identificar y caracterizar las propiedades de los diferentes subsistemas geofísicos.

CE2 - Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos geofísicos al conocimiento de la Tierra.

CE3 - Analizar los distintos procesos geofísicos y sus diferentes escalas espacio-temporales, junto con las teorías y leyes que los rigen y los modelos que tratan de explicar las observaciones.

CE6 - Conocer la instrumentación básica usada en la obtención de datos geofísicos y recoger, interpretar y representar datos referentes a la Geofísica usando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio.

#### OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

El alumno sabrá/comprenderá:

La propagación de las ondas sísmicas y su relación con las propiedades de los materiales.

La dispersión de las ondas sísmicas internas y superficiales.

Los métodos de modelado Inverso.

Las diferentes técnicas de obtención de imágenes tomográficas.

Los conceptos de anelasticidad y anisotropía.

Las curvas de dispersión

El alumno será capaz de:

Calcular las velocidades de las ondas y relacionarlas con las propiedades de las rocas.

Diseñar un experimento de tomografía sísmica.

Calcular anisotropía a partir de la primera llegada de las ondas P.

Calcular y trabajar con curvas de dispersión.

Determinar Imágenes 2-D y 3-D de estructuras litosféricas complejas.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

La propagación de las ondas sísmicas y su relación con las propiedades de los materiales. - La dispersión de las ondas sísmicas internas y superficiales.- Los métodos de modelado Inverso.- La técnica de imágenes tomográficas.- Los anelasticidad y anisotropía.- El splitting de ondas de cizalla.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Gran parte del conocimiento que poseemos de la estructura interna de la Tierra ha sido proporcionado mediante el análisis de las Ondas Sísmicas. La estructura de los materiales que conforman nuestro planeta es reflejada en el campo de ondas que se propaga en su interior al ocurrir un terremoto o al generarse un campo de ondas mediante



una fuente artificial. Las imágenes tridimensionales, obtenidas mediante la inversión de los tiempos de llegada de las ondas sísmicas, han contribuido de forma espectacular a un mayor conocimiento de las propiedades y composición de los materiales que constituyen la corteza, manto y núcleo terrestres, así como a la determinación precisa de anomalías ó discontinuidades a escala local y global. El objetivo de este curso es mostrar a los alumnos el alcance de las técnicas de inversión y como en la actualidad es posible obtener imágenes directas de numerosos procesos geodinámicos activos, tales como lajas de subducción, arcos magmáticos, puntos calientes y deshidratación a grandes profundidades. El curso consta de dos partes, teoría y práctica.

### Teoría.

1. Introducción. Modelos de velocidad sísmica. Teoría y métodos del trazado del rayo sísmico.

Problema inverso y algoritmos de inversión.

2. Métodos de estimación de la resolución. Diferentes tipos de tests sintéticos.

3. Relación entre las propiedades y el comportamiento de las rocas y la velocidad sísmica.

4. Imágenes sísmicas obtenidas a partir de la inversión de tiempos de llegada de terremotos locales, regionales y telesísmos.

5. Imágenes de alta resolución: obtención del coeficiente de Poisson y porosidad. Densidad de fracturación y razón de saturación en regiones sísmicamente activas. Relación entre velocidad sísmica y parámetro b. Heterogeneidades estructurales de la corteza: asperezas. Estado de esfuerzos y velocidad sísmica. Existencia de fluidos como origen de los terremotos.

6. Descripción y generación de ondas superficiales. Ejemplos.

7. Medidas de dispersión de ondas superficiales: velocidades de grupo y de fase.

8. Ondas superficiales a partir de correlaciones de ruido ambiente.

9. Tomografía 1: inversión para obtener mapas de velocidad de grupo y de fase.

10. Tomografía 2: inversión para obtener perfiles de velocidad Vs.

11. Aspectos avanzados: inversión conjunta, inversión de forma de onda, inversión tridimensional.

12. Breves nociones de Tomografía de Atenuación en regiones volcánicas ó intensamente fracturadas.

13. Relación entre imágenes sísmicas, modelización gravimétrica y flujo térmico. Velocidad sísmica, magnetismo, conductividad eléctrica y detección de fluidos.

14. Tomografía global: Lajas de subducción y arcos magmáticos, origen de los puntos calientes, deshidratación a grandes profundidades. Estructura y dinámica de las grandes discontinuidades terrestres.

15. Imágenes sísmicas en la Península Ibérica y la Cadena Alpina.

### Prácticas:

La primera práctica consistirá en una visita a las instalaciones del Instituto Andaluz de Geofísica, donde un técnico especialista explicará a los alumnos el proceso de adquisición de datos sísmicos registrados por la Red Sísmica de Andalucía.

La segunda práctica se desarrollará en el aula de Informática del Instituto andaluz de Geofísica (UGR) donde los alumnos aprenderán el mecanismo del procesado de la señal, mediante programas de localización de terremotos, que les permitirán vislumbrar los “residuos de tiempos de viaje” utilizados en la inversión para la obtención de las imágenes sísmicas. En esta práctica el alumno “picará” las fases P y S de terremotos locales, calculará la magnitud y será capaz de obtener los parámetros hipocentrales de los eventos. Posteriormente, mediante el programa SES2002 (Simulación de Escenarios sísmicos, IGN) será capaz de simular los efectos que producirían los terremotos localizados en el entorno próximo (número de viviendas afectadas, número de heridos, etc.).

La tercera práctica sería una introducción al Python y la utilización de los “notebooks” (e.g. Jupyter) para hacer investigación reproducible.

### BIBLIOGRAFÍA

**Aki, K.** and W. H. K. Lee, 1976. Determination of the three-dimensional velocity anomalies under a seismic array using first P arrival times from local earthquakes, Part. 1. A homogeneous initial model. *J. Geophys. Res.*, 81, 4381-4399.

**Aki, K.** and B. Chouet (1975). Origin of coda waves: source, attenuation and scattering effects. *J. Geophys. Res.* 80, 3322-42.

**Ammon, C.J.** The isolation of receiver function effects from teleseismic P waveforms, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 81 (1991), pp. 2504-2510.

**Babuska, V.** and M. Cara (1991). *Seismic anisotropy in the Earth.* Kluwer Academic,



- Badal, J., Corchete, V., Payo, G., Pujades, L. and Canas, J.A., 1996.** Imaging of shear wave velocity structure beneath Iberia, *Geophys. J. Int.*, 124, 591-611.
- Boschi, L., G. Ekström, B. Kustowski;** Multiple resolution surface wave tomography: the Mediterranean basin, *Geophysical Journal International*, Volume 157, Issue 1, 1 April 2004, Pages 293–304.
- Bohoyo, F., J. Galindo-Zaldívar y I. Serrano.** Main features of the basic rock bodies of the Archidona Region from geophysical data (External Zones, Betic Cordillera). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 330, 1-8, 2000, ISSN: 1251-8050, 2000.
- Corchete, V., Badal, J., Serón, F.J. and Soria, A., 1995.** Tomographic images of the Iberian subcrustal lithosphere and asthenosphere, *J. Geophys. Res.*, 100, 24133-24146.
- Gaite, B., A. Villaseñor, A. Iglesias, M. Herraiz, and I. Jiménez-Munt (2015),** A 3-D shear velocity model of the southern North American and Caribbean plates from ambient noise and earthquake tomography, *Solid Earth*, 6(1), 271-284, doi: 10.5194/se-6-271-2015.
- Godey, S., R.K. Snieder, A. Villaseñor, and H.M. Benz,** Surface wave tomography of North America and the Caribbean using global and regional broad-band networks: phase velocity maps and limitations of ray theory, *Geophys. J. Int.*, vol. 152, no. 3, pp. 620-632, 2003.
- Granet, M. and J. Trampert, 1989.** Large-scale P-velocity structures in the Euro Mediterranean area. *Geophys. J. Int.*, 99, 583-594.
- Humphreys, E. and R.W. Clayton, 1988.** Adaptation of back projection tomography to seismic travel time problems, *J. Geophys. Res.*, 93, 1073-1085.
- Inoue, H., Y. Fukao, K. Tanabe and Y. Ogata, 1990.** Whole mantle P-wave travel time tomography, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 59, 294-328.
- Grad, M., Timo Tiira and ESC Working Group.** The Moho depth map of the European Plate. *Geophys. J. Int.* (2009), doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03919.x
- Levshin, A.L., M.H. Ritzwoller, M.P. Barmin, A. Villaseñor, and C.A. Padgett,** New constraints on the Arctic crust and uppermost mantle: surface wave group velocities, Pn, and Sn, *Phys. Earth Planet. Inter.*, vol. 123, no. 2-4, pp. 185-204, 2001.
- Martí, J., A. Villaseñor, A. Geyer, C. López, and A. Tryggvason (2017),** Stress barriers controlling lateral migration of magma revealed by seismic tomography, *Scientific Reports*, 7, 40757, doi: 10.1038/srep40757
- Martínez, M.D., Lana, X., Canas, J.A., Badal, J. and Pujades, L., 2000.** Shear-wave velocity tomography of the lithosphere-asthenosphere system beneath the Mediterranean area, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 122, 33-54.
- Mitra, S., Priestley, K., Gaur, V.K., Rai, S.S. and Haines, J., 2006.** Variation of Rayleigh wave group velocity dispersion and seismic heterogeneity of the Indian crust and uppermost mantle, *Geophys. J. Int.*, 164, 88-98.
- Mishra, O.P., Zhao, D. and Singh, D.D., 2005.** Northwest Pacific fundamental mode Rayleighwave group velocity and its relationship with tectonic structures, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95, 2125-2135.
- Moudnib, L. E., A. Villaseñor, M. Harnafi, J. Gallart, A. Pazos, I. Serrano, D. Córdoba, J. A Pulgar, P. Ibarra, M. M Himmi.** Crustal structure of the Betic-Rif system, western Mediterranean, from local earthquake Tomography. *Tectonophysics*, Volume 643, 7 March 2015, Pages 94–105.
- Pasyanos, M.E., and Walter, W.R., 2001.** A surface wave dispersion study of the Middle East and North Africa for monitoring the comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, *Pure appl. Geophys.*, 158, 1445-1474.
- Ritzwoller, M.H., Levshin, A.L., Ratnikova, L.I., and Egorkin, A.A., 1998.** Intermediate-period group-velocity maps across Central Asia, Western China and parts of the Middle East. *Geophys. J. Int.*, 134, 315-328.
- Ritzwoller, M.H., Shapiro, N.M., Levshin, A.L. and Leahy, G.M., 2001.** The structure of the crust and upper mantle beneath Antarctica and the surrounding oceans. *J. Geophys. Res.*, 106, 30645-30670.
- Serrano, I., J. Morales, D. Zhao, F. Torcal y F. Vidal.** P-wave tomographic images in the Central Betics-Alborán Sea (South Spain) using local earthquakes: contribution for a continental collision. *Geophysical Research Letters*, Vol. 25, No. 21, 4031-4034, November 1, 1998. , ISSN: 0094-8276, 1998.
- Serrano, I., D. Zhao y J. Morales.** 3-D crustal structure of the extensional Granada Basin in the convergent boundary between the Eurasian and African plates. *Tectonophysics*, 344/1-2 (61-79), 2002, ISSN: 0040-1951, 2002.
- Serrano, I., Bohoyo, F., Galindo-Zaldívar, J., Morales, J. y Zhao, D.** Geophysical signatures of a basic-body rock placed in the upper crust of the External Zones of the Betic Cordillera (Southern Spain). *Geophysical Research Letter*, Vol. 29, NO. 0, 10.1029/2001GL013487, 2002, ISSN: 0094-8276, 2002
- Serrano, Morales, J. Torcal, F., Vidal, F. and Mancilla, F.** Imágenes tomográficas en el Sur de España y Norte de Marruecos. *Física de la Tierra*, 2003, 15, 145-162, ISSN: 0214-4557.
- Serrano, I., Zhao, D., Morales, J. and Torcal, F.** Seismic tomography from local crustal earthquakes beneath eastern Rif mountains of Morocco. *Tectonophysics*, 6881(2003), 1-15, ISSN: 0040-1951, 2003.
- Serrano, I., Hearn, T. M., Morales, J. and Torcal, F.** Seismic anisotropy and velocity structure beneath the southern half

- of the Iberian Peninsula. *Physics of the Earth and Planetary Interior*, 150, 317-330, June 2005, ISSN: 0031-9201, 2005.
- Serrano, I., Torcal, F. y Morales, J.** Imágenes de velocidad sísmica en la región inferior del manto litosférico de la Península Ibérica. Libro Homenaje a Víctor García Dueñas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 20(3-4), 2007.
- Serrano, Inmaculada, Federico Torcal and José Benito Martín.** High Resolution Seismic Imaging of an active fault at the eastern Guadalquivir basin (Betic Cordillera, Southern Spain). *Tectonophysics* 660 (2015) 79-91.
- Spakman, W. and G. Nolet, 1988.** Imaging algorithms, accuracy and resolution in delay time tomography. N. J. Vlaar, G. Nolet, M. J. R. Wortel and S. A. L. Cloetingh (Editors), *Mathematical Geophysics: a Survey of Recent Developments in Seismology and Geodynamics*. Reidel, Dordrecht, pp. 155-188.
- Savage, M. K. (1999).** Seismic anisotropy and mantle deformation: What have we learned from wave splitting?. *Reviews of Geophysics*, 37, 1. Vinnik, L.P. Detection of waves converted from P to SV in the mantle, *Phys. Earth Planet. Inter.* 15 (1977), pp. 39-45.
- Vdovin, O.Y., Rial, J.A., Levshin, A.L. and Ritzwoller, M.H., 1999.** Group-velocity tomography of South America and the surrounding oceans, *Geophys. J. Int.*, 136,324-340.
- Villaseñor, A., Ritzwoller, M.H., Levshin, A.L., Barmin, M.P., Engdahl, E.R., Spakman, W. and Trampert, J., 2001.** Shear velocity structure of central Eurasia from inversion of surface waves velocities, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 123, 169-184.
- Villaseñor, S. Chevrot, M. Harnafi, J. Gallart, A. Pazos, I. Serrano, D. Córdoba, J. A. Pulgar, P. Ibarra.** Subduction and volcanism in the Iberia-North Africa collision zone from tomographic images of the upper mantle. *Tectonophysics* 663 (2015) 238-249.
- Vuan, A., Robertson Maurice, S.D., Wiens, D.A. and Panza, G.F., 2005.** Crustal and upper mantle S-wave velocity structure beneath the Bransfield Strait (West Antarctica) from regional surface wave tomography, *Tectonophysics*, 397, 241-259.
- Yanovskaya, T. B., Antonova, L.M. and Kozhevnikov, V.M., 2000.** Lateral variations of the upper mantle structure in Eurasia from group velocity of surface waves, *Phys. Earth Planet Inter.*, 122, 19-32.
- Yanovskaya, T. B. and Kozhevnikov, V. M., 2003.** 3D S-wave velocity pattern in the upper mantle beneath the continent of Asia from Rayleigh wave data, *Phys. Earth Planet Inter.*, 138, 263-278.
- Zhao, D., A. Hasegawa, S. Horiuchi (1992)** Tomographic imaging of P and S wave velocity structure beneath northeastern Japan. *J. Geophys. Res.* 97, 19909-19928.
- Zhao, D., A. Hasegawa, H. Kanamori (1994) Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events. *J. Geophys. Res.* 99, 22313-22329.
- Zhao, D. (2001)** Seismic structure and origin of hotspots and mantle plumes. *Earth Planet. Sci. Lett.* 192, 251-265. 237
- Zhao, D. (2004) Global tomographic images of mantle plumes and subducting slabs: insight into deep Earth dynamics. *Phys. Earth Planet. Inter.* 146, 3-34.
- Zhao, D., H. Kanamori, H. Negishi, D. Wiens (1996)** Tomography of the source area of the 1995 Kobe earthquake: Evidence for fluids at the hypocenter? *Science* 274, 1891-1894.
- Zhao, D., O. Mishra, R. Sanda (2002)** Influence of fluids and magma on earthquakes: seismological evidence. *Phys. Earth Planet. Inter.* 132, 249-267.
- Zhao, D., H. Negishi (1998)** The 1995 Kobe earthquake: Seismic image of the source zone and its implications for the rupture nucleation. *J. Geophys. Res.* 103, 9967-9986.
- Zhao, D. (2009)** Multiscale seismic tomography and mantle dynamics. *Gondwana Res.* 15, 297-323.
- Zhao, D. (2007)** Seismic images under 60 hotspots: Search for mantle plumes. *Gondwana Res.* 12, 335-355.
- Zhao, D., (2015).** Multiscale Seismic Tomography. Springer Geophysics. ISBN 978-4-431-55359-5 ISBN 978-4-431-55360-1 (eBook). DOI 10.1007/978-4-431-55360-1.

#### ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

- <http://www.ima.umn.edu/~berryman/>
- <http://www.uh.edu/~jbutler/anon/anoncoursegeoph.html>
- <http://www.noc.soton.ac.uk/soes/staff/then/classes/soes6037/struct2.html>
- <http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/100-earthquakes.html>
- <http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/757/intro/>
- <http://utam.geophys.utah.edu/ebooks/gg692/>
- <http://mesoscopic.mines.edu/~jscales/inverse/>
- <http://www.geo.uu.nl/~bijwaard/>
- [http://sepwww.stanford.edu/sep/berryman/NOTES/lecture\\_notes.html](http://sepwww.stanford.edu/sep/berryman/NOTES/lecture_notes.html)





<http://www.uwgb.edu/DutchS/PLATETEC/seistom.HTM>  
<http://rses.anu.edu.au/seismology/projects/tireg/tomo.html>  
<http://cgiss.boisestate.edu/~billc/Inverse.html>  
<http://www.emsc-csem.org/index.php?page=home>  
<http://neic.usgs.gov/neis/epic/>  
<http://www.jma.go.jp/en/quake/>  
<http://www.iris.edu/>  
<http://www.fcaglp.unlp.edu.ar/>  
<http://www.ign.es/ign/es/IGN/home.jsp>  
<http://www.isc.ac.uk/>  
<http://www.mantleplumes.org/Seismology.html>  
<http://www.angelfire.com/nt/terremotosLinks/>  
<http://www.jmarcano.com/riesgos/links/terremoto.html>  
<http://orfeus.knmi.nl/>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

Clases teóricas, agrupando los diferentes temas por bloques de dos horas de duración, se pretende que la participación del alumnado sea muy activa, incitándolos a la exposición de problemas concretos. El objetivo es despertar en el alumno el interés por la información suministrada en clase, y la motivación para desarrollar el trabajo obligatorio del curso simultáneamente con la exposición de las clases teóricas.

Prácticas de laboratorio con el objetivo de familiarizar al alumno con los programas de procesado de datos sísmicos.

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

##### CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso: 10-20%
- Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo): 10-20%
- Presentaciones orales: 35-40%
- Memorias: 10-10%
- Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas: 5-10%

Los alumnos dispondrán, desde el inicio del curso, del material gráfico utilizado por el profesor, de un resumen de la bibliografía esencial, así como de los vínculos de páginas WEB donde pueden encontrar material relacionado con cada tema. Además, existirá una comunicación continua con el profesor, a través del correo electrónico, especialmente en el periodo de desarrollo de sus trabajos individuales.

Los alumnos dispondrán de un aula de informática, ubicada en el Instituto Andaluz de Geofísica, donde podrá acceder a los diferentes recursos utilizados durante el curso (material para prácticas, referencias bibliográficas y demás material de apoyo). Así mismo, estará a su disposición la base de datos de terremotos locales utilizada en el desarrollo de las prácticas, la cual pueden consultar libremente, lo cual se considera importante para el desarrollo de sus trabajos individuales.

##### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece



que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Pruebas escritas 100%

**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***

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

- Pruebas escritas 100%

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

**ATENCIÓN TUTORIAL**

<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="https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php">https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php</a>	Para la atención personalizada: a través de correo electrónico y videoconferencia; para la atención en grupo: principalmente los foros disponibles en la plataforma PRADO.

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE**

Siempre y cuando la situación sanitaria permita las clases presenciales, éstas se impartirán de este modo, especialmente las prácticas de laboratorio. Las clases teóricas se podrían impartir de forma teórica, usando cualquiera de las herramientas disponibles, preferencialmente en tiempo real aunque también se contemplan las clases grabadas previamente.

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)**

**Convocatoria Ordinaria**

En principio se mantendrá la presencialidad en todas las formas de evaluación, excepto en el caso de que el número de alumnos sea excesivo o algunos casos excepcionales.

**Convocatoria Extraordinaria**

Igualmente se mantiene la presencialidad, excepto para grupos que sean muy numerosos que se realizarían en forma “*on line*”.

**Evaluación Única Final**



Igualmente se mantiene la presencialidad en la evaluación, excepto para grupos que sean muy numerosos que se realizarían en forma “on line”.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<a href="https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php">https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php</a>	Para la atención personalizada: a través de correo electrónico y videoconferencia; para la atención en grupo: principalmente los foros disponibles en la plataforma PRADO.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Las clases se realizarán por videoconferencia a través de la aplicación Google Meet o herramientas similares recomendadas por la Universidad de Granada.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

Todas las prácticas y presentación de trabajos se realizarán mediante video-conferencia, así como la presentación de los trabajos de investigación.

#### Convocatoria Extraordinaria

El examen final presencial se sustituirá por un examen online usando videoconferencia o cualquiera de los instrumentos disponibles a través de la plataforma PRADO.

#### Evaluación Única Final

El examen final presencial se sustituirá por un examen online usando videoconferencia o cualquiera de los instrumentos disponibles a través de la plataforma PRADO

