



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Efecto en la salud por la contaminación y el cambio climático	
<b>Title:</b>	Effect on health due to pollution and climate change	
<b>Supervisor/es:</b>	Rosa M. González Barras	
<b>E-mail supervisor/es</b>	barras@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	2	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El alumno buscará documentación científica que relacione los incrementos de contaminantes atmosféricos con la salud y/o igualmente las repercusiones en la misma debidas al cambio climático, en donde se podría englobar las estimaciones en la sobremortalidad.

El trabajo consistirá en procesar, analizar y sintetizar la información en su conjunto o en efectos nocivos específicos así como particularizar en áreas concretas.

### Metodología:

El alumno puede disponer de información consultando referencias científicas.

El análisis de esta información puede requerir el manejo de software para el tratamiento de la información.

### Bibliografía:

<https://climateandhealthalliance.org>

AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>

Ballester Díez, F., Tenías, J.M., y Pérez-Hoyos, S. (1999) Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: Una introducción. Rev. Esp. Salud Publica, 73(2)  
<https://doi.org/10.1590/S1135-57271999000200002>

WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. (2021). ISBN 978-92-4-003422-8 (electronic version) ISBN 978-92-4-003421-1 (print version)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Cambio climático: respuesta al forzamiento radiativo
<b>Title:</b>	Climate change: radiative forcing responses
<b>Supervisor/es:</b>	J. Fidel González Rouco, Félix García Pereira
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:fidelgr@ucm.es">fidelgr@ucm.es</a> , <a href="mailto:felgar03@ucm.es">felgar03@ucm.es</a>
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

- Comprender la relación entre la temperatura de equilibrio de la Tierra o una región de la misma y el balance energético.
- Comprender la relación entre cambios en el balance energéticos y cambios en la temperatura de equilibrio.
- Entender la diferencia entre variabilidad climática forzada y variabilidad interna
- Adquirir experiencia en programación y uso de bases de datos climáticas.

### Metodología:

- 1.- Se realizará un análisis bibliográfico de textos y artículos relacionados con el tema.
- 2.- Se obtendrán los datos de cambios en factores de forzamiento que tienen una influencia en el sistema climático (variabilidad solar, volcanes, gases de efecto invernadero, etc) y de temperaturas en la zona de interés.

3.- Se analizará estadísticamente la relación entre los cambios de temperaturas en una región de interés y los factores que regulan la energía que entra en el planeta

**Bibliografía:**

Stocker, T.F. et al., 2013: Technical Summary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Masson-Delmotte V., P. Zhai, H. O. Poertner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani,

W. Moufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen,

X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor and T. Waterfield (Eds.), 2018: *Summary for Policymakers*,

In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.,

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Masson-Delmotte, V., M. Schulz, A. Abe-Ouchi, J. Beer, A. Ganopolski, J. F. González Rouco,

E. Jansen, K. Lambeck, J. Luterbacher, T. Naish, T. Osborn, B. Otto-Bliesner, T. Quinn,

R. Ramesh, M. Rojas, X. Shao and A. Timmermann, 2013: Information from Paleoclimate Archives. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:[10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896).

Todos estos textos están disponibles en:

<https://www.ipcc.ch/>



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Estrés térmico y urbanización	
<b>Title:</b>	Thermal stress and urbanization	
<b>Supervisor/es:</b>	J. Fidel González Rouco, Félix García Pereira	
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:fidelgr@ucm.es">fidelgr@ucm.es</a> , <a href="mailto:felgar03@ucm.es">felgar03@ucm.es</a>	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

- Comprender la relación entre las temperaturas nocturnas y el estrés térmico.
- Comprender la relación de diferentes indicadores con la ocurrencia de noches con riesgo de estrés térmico y con las características físicas de superficie.
- Adquirir experiencia en programación y uso de bases de datos climáticas.

### Metodología:

- 1.- Se realizará un análisis bibliográfico de textos y artículos relacionados con el tema.
- 2.- Se obtendrán los datos de temperaturas e indicadores de estrés térmico en la zona de interés.
- 3.- Se analizará estadísticamente la relación entre los cambios de temperaturas en una región de interés y los factores que influyen en el estrés térmico en entornos con diferente grado de urbanización.

### Bibliografía:

- Buguet, A. (2007). Sleep under extreme environments: Effects of heat and cold exposure, alti- tude, hyperbaric pressure and microgravity in space. *Journal of the Neurological Sciences*, 262, pp. 145-152.
- Campbell S; Remenyi TA; White CJ; Johnston FH (2018). Heatwave and health impact research: a global review. *Health & Place*. 53: pp. 210-218. doi:10.1016/j.healthplace.2018.08.017
- Cappuccio, FP; Cooper, D; D'Elia, L; Strazzullo, P; Miller, MA (2011): 'Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: a systematic review and meta

analysis of prospective studies', *Eur Heart J*, 32: pp. 1484-1492.

Coumou, D. y Rahmstorf, S. (2012). A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*, 2, pp. 491-496.

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:[10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896).

Martinez, G; Linares, C; Ayuso, A; Kendrovskic,V; Boeckmannd, M. (2019). Heat-health action plans in Europe: Challenges ahead and how to tackle Them. *Environmental Research* 176. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108548>

Todos estos textos están disponibles en:

<https://www.ipcc.ch/>



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Departamento: Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Tendencias recientes en la variabilidad del Atlántico tropical	
<b>Title:</b>	Recent trends in Tropical Atlantic Variability	
<b>Supervisor/es:</b>	Teresa Losada Doval	
<b>E-mail supervisor/es</b>	tlosadad@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El objetivo principal de este trabajo es conocer las características de la variabilidad interanual de la temperatura de la superficie del mar del océano Atlántico tropical, así como los posibles impactos que el cambio climático tiene en la misma. Para ello el alumno deberá:

- Aprender a calcular y representar patrones de variabilidad climática.
- Entender la tendencia reciente de la variabilidad del Atlántico tropical.
- Aprender el manejo de grandes bases de datos climáticos.

### Metodología:

En una primera fase el alumno realizará una revisión bibliográfica acerca de las principales características de la climatología y variabilidad de la temperatura de la superficie del mar del Atlántico tropical, así como sus tendencias recientes en relación con el cambio climático.

Posteriormente, usando datos de temperatura de la superficie del mar se hará un análisis de los cambios observados durante las últimas décadas en la variabilidad interanual de la temperatura del mar del Atlántico tropical y se relacionará con el calentamiento global.

### Bibliografía:

- Crespo, L. R., Prigent, A., Keenlyside, N., Koseki, S., Svendsen, L., Richter, I., & Sánchez-Gómez, E. (2022). Weakening of the Atlantic Niño variability under global warming. *Nature Climate Change*, 12(9), 822-827.
- Hannachi, A., Jolliffe, I. T., & Stephenson, D. B. (2007). Empirical orthogonal functions and related techniques in atmospheric science: A review. *International journal of climatology*, 27(9), 1119-1152





# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Estudio de eventos de precipitación intensa en la Península Ibérica relacionados con fenómenos convectivos.
<b>Title:</b>	Study of heavy rainfall events in the Iberian Peninsula and its connection with convective phenomena.
<b>Supervisor/es:</b>	Gregorio Maqueda Burgos
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:gmaqueda@ucm.es">gmaqueda@ucm.es</a>
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El objetivo de este trabajo es caracterizar y analizar las situaciones atmosféricas relacionadas con eventos de precipitación intensa, que han dado lugar a lluvias torrenciales y posiblemente daños por inundaciones en zonas del interior peninsular, zonas de montaña o costeras, especialmente en las regiones de influencia mediterránea, aunque también podrían ser en otras regiones.

Se estudiarán las condiciones atmosféricas a escala sinóptica y mesoescalar, utilizando archivos de mapas sinópticos o de reanálisis, así como observaciones in situ, de radar, y desde satélites.

El alumno elegirá un caso o evento particular que analizará con el detalle requerido.

### Metodología:

La metodología a utilizar, se centrará en la identificación previa de eventos de interés a partir de archivos de precipitación existentes en fuentes online, además de una exploración de noticias en los medios de comunicación. Los datos meteorológicos se completarán con imágenes de satélite y de radar para la identificación de los fenómenos convectivos.

Una vez elegidos los posibles eventos de precipitación intensa se analizará la situación sinóptica utilizando mapas de las variables meteorológicas en diferentes niveles de presión: superficie, 500hPa, etc., estudiando su evolución en horas y días previos, correspondientes al evento. Otras variables, disponibles podrán ser utilizadas para el estudio, así como las características locales y de mesoescala que pudieran influir. Finalmente, se tratará de identificar las características dominantes de la situación e interpretar su origen a partir del conocimiento previo de este tipo de fenómenos atmosféricos.

Para la realización de este trabajo, se recomienda que el estudiante haya cursado o esté cursando asignaturas relativas a Física Atmosférica del Grado en Física, tales como Física de la Atmósfera, Fundamentos de Meteorología o Geofísica y Meteorología Aplicadas.

Se recomienda un conocimiento básico de programación en alguno de los lenguajes habituales.

**Bibliografía:**

- C.D. Ahrens (2000). Meteorology Today, 6ª edición. West Publ. Co.
- J.M. Wallace y P.V. Hobbs (1977, 1ª edición; 2006, 2ª edición). Atmospheric Science: An Introductory Survey. Academic Press. Elsevier
- Holton, J. R. (1992). An Introduction to Dynamic Meteorology (3rd Edn), Academic Press. Elsevier
- Martin J.E. (2006). Mid-Latitude Atmospheric Dynamics. J Wiley.
- Comet MetEd. Basic Satellite Imagery Interpretation  
[https://www.meted.ucar.edu/training\\_module.php](https://www.meted.ucar.edu/training_module.php)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Modelo sencillo de canales en glaciares	
<b>Title:</b>	Simple glacier channel model	
<b>Supervisor/es:</b>	M <sup>a</sup> Luisa Montoya Redondo, Antonio Juárez Martínez	
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:mmontoya@ucm.es">mmontoya@ucm.es</a> , <a href="mailto:antjua01@ucm.es">antjua01@ucm.es</a>	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

Los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida almacenan cantidades ingentes de agua dulce en forma de hielo. Predecir su respuesta bajo el cambio climático es esencial para anticipar la evolución futura del nivel del mar. Sin embargo, la incertidumbre en las proyecciones del nivel del mar en el futuro son enormes. Ello se debe fundamentalmente a que existen procesos físicos en la dinámica del hielo que no se comprenden bien. Tanto a gran escala, en la Antártida y Groenlandia, como a escala regional, en glaciares de montaña, el agua que resulta de la fusión del hielo erosiona éste generando canales tanto en su superficie como en su interior. Estos canales pueden penetrar en el hielo, transportando agua, que alcanza la base y que actúa actuando como un lubricante, reduciendo la fricción basal, lo que afecta a la dinámica del hielo. Esta interacción agua-hielo juega un papel fundamental en los modelos de mantos de hielo más complejos. El objetivo de este trabajo consiste en construir un modelo sencillo de canal subglacial (Röthlisberger o Nye subglacial channels; Röthlisberger, 1972; Nye, 1976) estudiando las variables físicas más importantes en relación con la glaciología.

### Metodología:

Se implementará un modelo sencillo a través de ecuaciones diferenciales ordinarias por medio de métodos numéricos. La herramienta de programación que se utilizará para desarrollar el modelo será Python.

### Bibliografía:

Evatt, G. (2015). Röthlisberger channels with finite ice depth and open channel flow. *Annals of Glaciology*, 56(70), 45-50. doi:10.3189/2015AoG70A992

Nye, J. (1976). Water Flow in Glaciers: Jökulhlaups, Tunnels and Veins. *Journal of Glaciology*, 17(76), 181-207. doi:10.3189/S002214300001354X

Röthlisberger, H. (1972). Water Pressure in Intra- and Subglacial Channels. *Journal of Glaciology*, 11, 177 - 203.

Walder, J. (2010). Röthlisberger channel theory: Its origins and consequences. *Journal of Glaciology*, 56(200), 1079-1086. doi:10.3189/002214311796406031



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Aprendizaje automático para el estudio de los umbrales críticos del sistema terrestre	
<b>Title:</b>	Marching learning to assess the critical thresholds of the Earth system	
<b>Supervisor/es:</b>	M <sup>a</sup> Luisa Montoya Redondo, Jan Swierczek-Jereczek	
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:mmontoya@ucm.es">mmontoya@ucm.es</a> , <a href="mailto:janswier@ucm.es">janswier@ucm.es</a>	
<b>Número de plazas:</b>	2	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El aprendizaje automático (del inglés, *machine learning*) es una rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan el aprendizaje de las computadoras, de modo que su funcionamiento mejore con la experiencia mediante el uso de datos. Recientemente se ha comenzado a aplicar las técnicas de aprendizaje automático a la física del clima con tres objetivos fundamentales: la mejora de las predicciones, el desarrollo de nuevas parametrizaciones y la regionalización. El objetivo de este trabajo es profundizar en el uso del aprendizaje automático para la obtención de sistemas de alerta temprana cuando el sistema se aproxima a un umbral crítico.

### Metodología:

Se combinarán datos de modelos de mantos de hielo que representan el estado del arte y/o modelos sencillos con técnicas de aprendizaje automático para anticipar la aproximación del sistema a un umbral crítico. La herramienta de programación y análisis de los resultados serán Julia y/o Python. Se dará a cada alumno un conjunto de datos diferentes a analizar.

### Bibliografía:

Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning* (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.

Chantry, M., Christensen, H., Dueben, P., & Palmer, T. (2021). Opportunities and challenges for machine learning in weather and climate modelling: hard, medium and soft AI. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2194), 20200083.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Factores meteorológicos que afectan a la contaminación atmosférica	
<b>Title:</b>	Meteorological drivers of air pollution	
<b>Supervisor/es:</b>	Carlos Ordóñez García	
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:carlordo@ucm.es">carlordo@ucm.es</a>	
<b>Número de plazas:</b>	2	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El principal objetivo de este TFG es comprender la influencia de las condiciones meteorológicas en las concentraciones de contaminantes atmosféricos. Para ello los estudiantes deberán adquirir las siguientes habilidades:

- Identificar las principales variables meteorológicas que afectan a las concentraciones de uno o varios contaminantes atmosféricos (ej. ozono,  $O_3$ ; dióxido de nitrógeno,  $NO_2$ ; partículas en suspensión, PM, del inglés “particulate matter”) en una estación de medición de la calidad del aire.
- Cuantificar la importancia relativa de las variables meteorológicas mediante procedimientos estadísticos sencillos.
- Interpretar el sentido físico de los resultados.

### Metodología:

Se suministrará a cada estudiante una serie temporal de alrededor de unos 10 años de duración con concentraciones de contaminantes procedentes de una estación de seguimiento de la calidad del aire. También se utilizarán series temporales de diversas variables meteorológicas, procedentes de observaciones en las proximidades de la estación o, en su ausencia, de un reanálisis meteorológico. Los análisis se centrarán en un contaminante y un periodo determinado del año, ya que los procesos que afectan a algunos contaminantes difieren considerablemente de los meses más fríos a los más cálidos del año.

Los estudiantes crearán modelos de regresión múltiple para reproducir las concentraciones diarias de contaminantes en función de las variables meteorológicas disponibles. Aplicarán tests estadísticos sencillos para seleccionar los predictores que contribuyan a explicar de forma significativa la variabilidad de las concentraciones del contaminante en cuestión. Finalmente, interpretarán el sentido físico de los resultados obtenidos.

Habrà una reunión inicial con los alumnos en la que se introducirá la bibliografía y el trabajo a desarrollar. En una segunda sesión se introducirán los datos y las

herramientas estadísticas necesarias para llevar a cabo el TFG. Cada estudiante podrá interactuar con el profesor responsable por medio de tutorías.

Los análisis se realizarán preferiblemente con R (<http://www.r-project.org>), lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico. Se recomienda que los estudiantes hayan cursado las asignaturas “Física de la Atmósfera” y “Estadística y Análisis de Datos” de 3º. Puede ser útil, pero no estrictamente necesario, estar cursando otras asignaturas del área de Física de la Atmósfera.

#### **Bibliografía:**

Barnpadimos, I, et al. (2011): Influence of meteorology on PM<sub>10</sub> trends and variability in Switzerland from 1991 to 2008. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1813–1835.

Garrido-Perez, J.M., et al. (2021): Assessing the value of air stagnation indices to reproduce PM<sub>10</sub> variability in Europe. *Atmos. Res.*, 248, 105258. doi: 10.1016/j.atmosres.2020.105258.

Gorgas, J., Cardiel, N., y Zamorano (2011): *J. Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias*.

Ordóñez, C., et al. (2005): Changes of daily surface ozone maxima in Switzerland in all seasons from 1992 to 2002 and discussion of summer 2003. *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1187-1203. doi: 10.5194/acp-5-1187-2005.

Ordóñez, C., et al. (2020): Early spring near-surface ozone in Europe during the COVID-19 shutdown: Meteorological effects outweigh emission changes. *Science of The Total Environment*, 747, 141322. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141322.

Otero, N., et al. (2016): Synoptic and meteorological drivers of extreme ozone concentrations over Europe. *Environ. Res. Lett.*, 11, 024005, doi:10.1088/1748-9326/11/2/024005.

Tai, A.P.K., et al. (2012): Meteorological modes of variability for fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) air quality in the United States: implications for PM<sub>2.5</sub> sensitivity to climate change. *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 3131–3145. <https://doi.org/10.5194/acp-12-3131-2012>.

Wilks, D. S. (2020): *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*.





# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Variabilidad climática y migraciones	
<b>Title:</b>	Climate variability and migrations	
<b>Supervisor/es:</b>	Irene Polo	
<b>E-mail supervisor/es</b>	ipolo@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El último informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2021) describe los distintos escenarios de futuro dependiendo de las emisiones y su impacto en la temperatura global. Este informe predice, entre otros cambios, una intensificación del ciclo hidrológico global, lo que se traduce en sequías en las zonas subtropicales y aumento de lluvias extremas en la región de los monzones. Además, los cambios observados en el océano han mostrado una tendencia creciente de calentamiento y de acidificación de las aguas que disminuyen la producción primaria y la pesca en las regiones de los sistemas de afloramiento del este (von Schuckmann et al 2021).

La crisis eco-social debida al cambio climático tendrá consecuencias heterogéneas dependiendo de las formas de vida de las comunidades. Muchas comunidades que dependen de los cultivos de secano y la pesca de bajura verán modificado su modo de vida y la adaptación más común es migrar a otras regiones (Pajares 2020).

- Entender los impactos del cambio climático en distintas regiones del planeta a partir de la revisión bibliográfica.
- A partir de datos climatológicos y sociales se evaluará la situación de vulnerabilidad de distintas regiones del planeta

### Metodología:

Usando datos climatológicos observados disponibles desde 1900 (lluvia, humedad del suelo, temperatura del aire...) y datos del banco mundial sobre variables sociales y migraciones en distintas partes del mundo, se describirán los eventos de variabilidad climática distinguiendo entre tendencias y variabilidad inter-decadal. Las variables climáticas y las variables sociales se usarán para definir los factores que

influyen en la vulnerabilidad de las regiones. Algunas regiones de interés en las que centrar el estudio pueden ser América Central, área Mediterránea, Norte de África y el continente marítimo.

**Bibliografía:**

- IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.  
<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/?msckid=94d048b8c15d11eca677efaaa4f205f6>
- Pajares M. Refugiados Climáticos: Un reto del siglo XXI. 2020 Editorial Rayo Verde.
- von Schuckmann, K., Le Traon, P. Y., Smith, N., Pascual, A., Djavidnia, S., Gattuso, J. P., ... & Zupa, W. (2021). Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5. Journal of Operational Oceanography, 14(sup1), 1-185.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Estudio de la Circulación oceánica del Atlántico: variabilidad de los transportes observados en 26°N	
<b>Title:</b>	Atlantic Ocean Circulation Study: variability of observed transports at 26°N	
<b>Supervisor/es:</b>	Irene Polo	
<b>E-mail supervisor/es</b>	ipolo@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

- Entender la circulación Meridional de Retorno del atlántico (AMOC) media y en particular en latitudes subtropicales (26°N)
- Entender su importancia en el clima global y cómo se está observando la AMOC en 26°N
- Identificar años anómalos de la AMOC y su posible forzamiento atmosférico y/o de su impacto en otras variables físicas y/o biogeoquímicas del océano superior.

### Metodología:

Revisión bibliográfica sobre la AMOC. Definición, impactos y causas de su variabilidad. Cómo se realiza la observación de la AMOC en 26°N.

Uso de las series temporales de la AMOC observada a 26°N. Cálculo de la media y de las desviaciones. Cálculo de las anomalías interanuales. Identificación de eventos extremos. Evaluación de los posibles forzamientos (patrones de vientos superficiales asociados) y/o de los posibles impactos (como por ejemplo impactos en la temperatura del océano Atlántico, variables biogeoquímicas, ecosistemas marinos).

**Bibliografía:**

- Introduction to geophysical fluid dynamics, B. Cushman-Roisin y J. Beckers (Academic Press, 2ª Edición, 2011).
- Atmosphere, Ocean and Climate Dynamics, J. Marshall y A. Plumb (Academic Press 2007).
- Descriptive physical oceanography, L. Talley, G. Pickard, W. Emery y J Swift (Elsevier, 6ª Edición, 2011).
- Buckley, M. W. y J. Marshall (2016), Observations, inferences, and mechanisms of Atlantic Meridional Overturning Circulation variability: A review, Rev. Geophys., 54, 5–63, doi:10.1002/2015RG000493.
- Frajka-Williams, E. y co-autores. (2019) Atlantic Meridional Overturning Circulation: Observed Transport and Variability. Frontiers in Marine Science, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00260>
- McCarthy G.D., D.A. Smeed, W.E. Johns, E. Frajka-Williams, B.I. Moat, D. Rayner, M.O. Baringer, C.S. Meinen, J. Collins y H.L. Bryden (2015) Measuring the Atlantic Meridional Overturning Circulation at 26N. Progress Oceanogr. 130, 91-111.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Cambio Climático y Sociedad	
<b>Title:</b>	Climate and Society	
<b>Supervisor/es:</b>	Belén Rodríguez de Fonseca	
<b>E-mail supervisor/es</b>	Brfonsec@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	2	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

Este trabajo ofrece la posibilidad de analizar el carácter multidisciplinar del estudio del clima y de su variabilidad. Se pretende hacer hincapié en impactos sociales del cambio climático, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de las regiones afectadas. La vulnerabilidad se define como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente y abarca una variedad de conceptos y elementos, como la sensibilidad o la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente y adaptarse.

La sociedad tiene que hacer frente al cambio climático teniendo en cuenta dicha vulnerabilidad estableciendo estrategias de adaptación y mitigación. El último informe del IPCC ofrece una evaluación mundial actualizada de los avances y compromisos en materia de mitigación del cambio climático, y examina las fuentes de las emisiones mundiales. Se explica la evolución de los esfuerzos de reducción y mitigación de las emisiones, evaluando el impacto de los compromisos climáticos nacionales en relación con los objetivos de emisiones a largo plazo.

En este trabajo, se propone ahondar en el estudio de los impactos en determinados sectores, como salud, energía, alimentación, seguros, bolsa, pesca, agricultura, seguridad nacional, migraciones, e incluso conflictos armados entendiendo tanto la posición científica como la reacción de la sociedad y el desarrollo de la misma atendiendo a cómo se ha entendido el Cambio Climático.

### Metodología:

El trabajo se puede estructurar en 2 partes. Por un lado se realizará una revisión bibliográfica del tema concreto a tratar. En una segunda parte se analizarán datos

haciendo un estudio objetivo con diferentes parámetros con el fin de entender las relaciones entre las variables sociales y científicas a considerar. Se emplearán técnicas de análisis de datos multivariante con el objeto de entender las relaciones funcionales y los forzamientos.

**Bibliografía:**

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Entornos convectivos de supercélulas en la Península Ibérica en el año 2022	
<b>Title:</b>	Supercell convective environments in the Iberian Peninsula during 2022	
<b>Supervisor/es:</b>	Javier Díaz Fernández, Mariano Sastre Marugán	
<b>E-mail supervisor/es</b>	<a href="mailto:javidi04@ucm.es">javidi04@ucm.es</a> , <a href="mailto:msastrem@ucm.es">msastrem@ucm.es</a>	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

- Adquirir nociones básicas de la meteorología relacionada con entornos convectivos mesoescalares.
- Entender los conceptos clave para realizar un análisis sinóptico relativo a la formación de supercélulas en la Península Ibérica.
- Estudiar las supercélulas que se formaron en 2022 en España y realizar un análisis de las principales variables y parámetros convectivos relacionados con las mismas.
- Familiarizarse con el uso de bibliografía específica de Física de la Atmósfera.
- Adquirir destreza en el manejo de datos meteorológicos utilizando algún lenguaje de programación (por ejemplo, Python) y familiarizarse con los datos del reanálisis atmosférico ERA5.

### Metodología:

Primeramente se utilizará bibliografía especializada para introducir el marco conceptual. Se seleccionarán los eventos de supercélulas a estudiar a partir de una base de datos propia, y se analizarán las principales variables meteorológicas

relacionadas con las supercélulas. Así mismo, se calcularán los principales parámetros convectivos a partir de datos del reanálisis ERA5.

Es recomendable un manejo básico de Python u otro lenguaje de programación similar y haber superado o estar cursando las asignaturas “Física de la atmósfera”, “Fundamentos de Meteorología”, “Geofísica y Meteorología Aplicadas” y “Bases Físicas del Cambio Climático”.

**Bibliografía:**

- Markowski, P., & Richardson, Y. (2011). Mesoscale meteorology in midlatitudes (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Martín, Y., Cívica, M., & Pham, E. (2020). Constructing a Supercell Database in Spain Using Publicly Available Two-Dimensional Radar Images and Citizen Science. *Annals of the American Association of Geographers*, 0(0), 1–21.
- Taszarek, M., Allen, J.T., Púčik, T., Hoogewind, K.A., & Brooks, H.E. (2020). Severe Convective Storms across Europe and the United States. Part II: ERA5 Environments Associated with Lightning, Large Hail, Severe Wind, and Tornadoes. *Journal of Climate* 33, 10263–10286.
- Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). *Atmospheric science: an introductory survey* (Vol. 92). Elsevier.





# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Estudio de la turbulencia y su aplicación a la atmósfera terrestre	
<b>Title:</b>	Study of the turbulence and its application to the Earth's atmosphere	
<b>Supervisor/es:</b>	Carlos Yagüe Anguís	
<b>E-mail supervisor/es</b>	carlos@fis.ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	1	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

El objetivo principal de este trabajo es que el alumno realice un estudio bibliográfico del fenómeno físico de la turbulencia\* en los fluidos, centrándose especialmente en la turbulencia observada en la baja atmósfera terrestre. Además, como parte aplicada del trabajo, de un modo relativamente sencillo, el alumno podría evaluar el carácter turbulento del flujo atmosférico a partir del análisis de series temporales procedentes de anemómetros sónicos.

(\*) La turbulencia es un proceso físico asociado a la naturaleza aparentemente caótica de muchos flujos naturales, que se manifiesta en forma de fluctuaciones irregulares, casi aleatorias de la velocidad, temperatura o concentraciones de escalares (humedad, contaminantes, etc) alrededor de sus valores medios en el tiempo y en el espacio.

### Metodología:

- Documentación de aspectos relacionados con la teoría de la turbulencia en dinámica de fluidos y en la atmósfera.

- Análisis de series temporales de alta frecuencia (10-20 Hz) procedentes de anemómetros sónicos instalados en campañas de campo micrometeorológicas: Evaluación y caracterización de la intensidad turbulenta en la baja atmósfera.

### Bibliografía:

- Stull, R. B. (1988): An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, 666 pp.
- Stull, R.B. (2017): Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science. University of British Columbia, 926 pp.

- Vilà-Guerau de Arellano, J., van Heerwaarden, C.C., Van Stratum, B. & Van den Dries, K. (2015): Atmospheric Boundary Layer: Integrating Air Chemistry and Land Interactions. Cambridge University Press, 270 pp.
- Wyngaard, J. C. (2010): Turbulence in the Atmosphere. Cambridge University Press, 393 pp.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica	
<b>Título:</b>	Pista de borrascas Atlántica y precipitación en Iberia	
<b>Title:</b>	Atlantic storm track and Iberian precipitation	
<b>Supervisor/es:</b>	Pablo Zurita Gotor	
<b>E-mail supervisor/es</b>	pzurita@ucm.es	
<b>Número de plazas:</b>	2	
<b>Asignación de TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### Objetivos:

- Entender el concepto de storm track y su importancia para la precipitación extratropical.
- Aprender a manipular campos atmosféricos en malla y representarlos gráficamente.
- Adquirir nociones básicas de análisis de datos.
- Desarrollar capacidad crítica de interpretación de resultados.

### Metodología:

En primer lugar, el alumno se familiarizará con el concepto de storm track usando la bibliografía suministrada por el tutor.

Posteriormente, el alumno desarrollará un método para estimar la storm track Atlántica a partir de la velocidad meridiana de escala sinóptica, filtrada usando un filtro simple de 24 horas. El alumno calculará cómo varía este campo para todos los inviernos del periodo pos-satelital usando datos de reanálisis.

Finalmente, el alumno usará una base de datos de precipitación para seleccionar inviernos con precipitación más copiosa y escasa de lo normal en la Península Ibérica, y comparará la climatología de la storm track para ambas poblaciones.

### Bibliografía:

Chang, Lee and Swanson, 2002: Storm track dynamics. J. Climate, 15, 2163-2183

Hoskins and Hodges, 2002: New perspectives on the Northern Hemisphere winter storm tracks. *J. Atmos. Sci.*, 59, 1041-1061

Hoskins and Hodges, 2019: The annual cycle of Northern Hemisphere storm tracks. Part I: Seasons. *J. Climate*, 32, 1473-1460