



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Caracterización de perfiles de aerosol atmosférico en tierras secas mediante combinación de ceilometría, fotometría solar y modelización atmosférica

**Descripción general (resumen y metodología):**

Las partículas de aerosol atmosférico son partículas sólidas y/o líquidas en suspensión en la atmósfera, excluyendo las nubes (Horvath, 1998). Pueden tener origen natural, como polvo desértico, emisiones volcánicas, partículas de sal marina y polen, o ser antropogénicas, como emisiones industriales, hollín y quemas de biomasa. La composición química y propiedades ópticas de estas partículas son muy diversas (Seinfeld and Pandis, 2006). Las partículas de aerosol atmosférico modifican el balance radiativo del sistema Tierra-atmósfera al dispersar y absorber la radiación solar y térmica (efecto directo) y al actuar como núcleos de condensación y glaciación, alterando las propiedades de las nubes (efecto indirecto). Principalmente las partículas de aerosol se encuentran en la troposfera, aunque pueden llegar a la estratosfera por erupciones volcánicas. Dentro de la troposfera, predominan las partículas dentro de la capa límite atmosférica, principalmente emitidas por actividad antropogénica, y se caracterizan por grandes variaciones temporales y espaciales (Baklanov et al., 2007). En determinadas circunstancias, estas partículas pueden inyectarse en la troposfera libre y transportarse grandes distancias.

La gran variabilidad en la distribución vertical del aerosol es uno de los mayores desafíos para reducir las incertidumbres sobre sus efectos directos e indirectos. El uso de la técnica lidar (Light Detecting And Ranging) es esencial para estudiar el aerosol atmosférico con resolución vertical. Desde los años 60, esta técnica ha expandido su uso globalmente gracias a la reducción de costes y el desarrollo de sistemas ópticos y detectores. Redes de medida como EARLINET, LALINET y MPLNET operan incluso sistemas lidar Raman, capaces de proporcionar perfiles independientes de coeficiente de extinción y retrodispersión de partículas a varias longitudes de onda. La principal limitación de los sistemas lidar es que no operan de manera continua debido a la complejidad de los instrumentos. Para superar esta limitación, se han desarrollado ceilómetros, que operan de manera continua emitiendo en una longitud de onda en el infrarrojo (generalmente 1064 nm). Iniciativas como ICENET (Cazorla et al., 2017) buscan mejorar la cobertura espacial, instalando instrumentación cada 100 km para disponer de medidas en tiempo casi real. Combinando información vertical de ceilómetros y datos integrados de fotómetros solares mediante el algoritmo GRASP (Generalized Retrieval of Atmosphere and Surface Properties) (Román et al., 2018), se puede mejorar la caracterización atmosférica. Además, la incorporación de modelos atmosféricos como HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) (Stein et al., 2015) puede mejorar significativamente la caracterización de diferentes escenarios de aerosol atmosférico.

En el estudio se emplearán las señales lidar obtenidas a partir de un ceilómetro y datos columnares generados por un fotómetro solar operados regularmente en estaciones de tierras secas en el marco del proyecto nacional INTEGRATYON3 **I**ntegrated **m**onitoring of the complex **g**reenhouse gases and **a**erosol particle **e**xchanges between **a**tmosphere, **e**cosystem and **v**adose **z**one **i**n drylan ds). Además, el alumno contribuirá al mantenimiento de dichos instrumentos.

La metodología para el desarrollo del TFG cubrirá las siguientes etapas:

1. Familiarización con la técnica ceilometría para determinación de perfiles de partículas de aerosol y técnica de fotometría solar para caracterización integrada en columna.
2. Familiarización con el algoritmo GRASP para determinación de perfiles avanzados de partículas de aerosol.

3. Análisis de perfiles bajo diversos escenarios de aerosol atmosférico presentes en las zonas de estudio (polvo mineral y partículas antropogénicas, entre otros).
4. Familiarización con modelo HYSPLIT para identificación de procedencia de masas de aire.
5. Implementación de un software para atribución de fuentes de masas de aire con resolución vertical, combinando con una versión simplificada de clasificación de cobertura terrestre de MODIS.
6. Análisis estadístico de escenarios atmosféricos.

**Tipología:** Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

**Objetivos planteados:**

El objetivo general de este trabajo es estudiar la distribución vertical de las partículas de aerosol atmosférico en la atmósfera de estaciones de tierras secas mediante el algoritmo GRASP combinando medidas un fotómetro solar de la red AERONET con un ceilómetro de la red ICENET, en las bases de datos generadas mediante el proyecto nacional INTEGRAYON3. Se explorarán tanto propiedades ópticas como microfísicas resueltas en la vertical, identificando las contribuciones que las diferentes masas de aire tienen en cada perfil.

**Bibliografía básica:**

- Baklanov, A., Hänninen, O., Slørdal, L. H., Kukkonen, J., Bjergene, N., Fay, B., Finardi, S., Hoe, S. C., Jantunen, M., Karppinen, A., Rasmussen, A., Skouloudis, A., Sokhi, R. S., Sørensen, J. H., and Ødegaard, V. (2007). Integrated systems for forecasting urban meteorology, air pollution and population exposure, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 855-874, <https://doi.org/10.5194/acp-7-855-2007>.
- Cazorla, A., J. A. Casquero-Vera, R. Román, J. L. Guerrero-Rascado, C. Toledano, V. E. Cachorro, J. A. G. Orza, M. L. Cancillo, A. Serrano, G. Titos, M. Pandolfi, A. Alastuey, N. Hanrieder, and L. Alados-Arboledas (2017). Near-real-time processing of a ceilometer network assisted with sun-photometer data: monitoring a dust outbreak over the Iberian Peninsula. *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 11861-11876, <https://doi.org/10.5194/acp-17-11861-2017>.
- Horvath, H., (1998). In: Harrison, R.M., van Grieken, R. (Eds.), *Influence of atmospheric aerosols upon the global radiation balance, in atmospheric particles*. Wiley, Hoboken, NJ, pp. 543-596.
- Román, R., Benavent-Oltra, J. A., Casquero-Vera, J. A., Lopatin, A., Cazorla, A., Lyamani, H., Denjean, C., Fuertes, D., Pérez-Ramírez, D., Torres, B. (2018). Retrieval of aerosol profiles combining sunphotometer and ceilometer measurements in GRASP code. *Atmos. Res.* 204, 161-177. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.01.021>.
- Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N. (2006) *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Stein, A. F., R. R. Draxler, G. D. Rolph, B. J. B. Stunder, M. D. Cohen and F. Ngan (2015) NOAA's HYSPLIT atmosphere transport and dispersion modelling system. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 96, No. 12, 2059-2078.

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

Se recomienda conocimientos en Python

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** JUAN LUIS GUERRERO RASCADO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** rascado@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:** Jesús Abril Gago

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** jabrilgago@ugr.es

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**