



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Comparación de la clasificación de aerosoles del satélite EarthCARE con métodos basados en machine learning en Granada

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

EarthCARE (Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer) es una misión conjunta de la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA), que fue lanzada en mayo de 2024. Su objetivo principal es mejorar la comprensión del papel de las nubes y los aerosoles en el sistema climático y en el balance de radiación de la Tierra (Illingworth et al., 2015). La misión EarthCARE incluye un sistema de detección por lidar de alta resolución espectral (ATLID) que permite obtener perfiles verticales de nubes y aerosoles. Uno de sus productos principales es ATL-TC (Target Classification), que proporciona información sobre la altura y tipo de aerosoles en la atmósfera, utilizando propiedades ópticas como la razón de retrodispersión, la razón lidar y el índice de despolarización.

En paralelo, se han desarrollado esquemas automáticos de clasificación de aerosoles a partir de observaciones terrestres lidar en el marco de ACTRIS/EARLINET. Uno de estos enfoques es el modelo de clasificación mediante técnicas de Machine Learning (ML) propuesto por del Águila et al. (2025), aplicado a la estación lidar de Granada (UGR).

Este trabajo de fin de grado (TFG) propone una comparación sistemática entre la clasificación de aerosoles proporcionada por el satélite EarthCARE y la obtenida desde tierra utilizando el modelo basado en algoritmos de ML. Para ello, se seleccionarán casos coincidentes (coincidencia espacio-temporal) entre pasadas del satélite sobre Granada y perfiles lidar disponibles. Se empleará una metodología de evaluación alineada con el protocolo ACPPV (Aerosol, Cloud and Precipitation Profile Validation Protocol; Amiridis et al., 2025), incluyendo:

- Selección de casos de pasadas cercanas de EarthCARE (a menos de 100 km y dentro de  $\pm 1$  h de la medida lidar).
- Evaluación comparativa de las capas atmosféricas detectadas por ambos esquemas, analizando la coherencia en la identificación, localización vertical y extensión de las capas obtenidas a partir de las medidas satelitales y lidar terrestre basado en el modelo de ML.
- Comparación de la clasificación de aerosoles (tipo y altura) en cada capa detectada.
- Análisis de posibles inconsistencias y fuentes de error entre ambos productos.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

### **Objetivos planteados:**

1. Describir y analizar el producto ATL-TC del instrumento ATLID a bordo de EarthCARE, así como su esquema de clasificación de aerosoles basado en parámetros ópticos.
2. Revisar el modelo automático de clasificación de aerosoles basado en Machine Learning (ML) propuesto por del Águila et al. (2025) y aplicado a los perfiles lidar de la estación EARLINET de Granada.
3. Seleccionar y procesar un conjunto de casos de pasadas, asegurando la coincidencia espacio-temporal entre pasadas de EarthCARE y observaciones lidar locales.
4. Comparar la clasificación de aerosoles de EarthCARE y del modelo basado en ML evaluando: tipo de aerosol, altura de las capas y las coincidencias y discrepancias.

5. Realizar análisis estadísticos: Llevar a cabo análisis estadísticos para cuantificar las diferencias entre el producto de satélite y el modelo basado en ML, identificando posibles fuentes de error y variabilidad.

**Bibliografía básica:**

Amiridis, V., Marinou, E., Hostetler, C., Koopman, R., Cecil, D., Moisseev, D., Tackett, J., Groß, S., Baars, H., Redemann, J., Marengo, F., Baldini, L., Tanelli, S., Fielding, M., Janiskova, M., Tanaka, T., O'Connor, E., Fjaeraa, A. M., Paschou, P., ... Kollias, P. (2025). Best Practice Protocol for the validation of Aerosol, Cloud, and Precipitation Profiles (ACPPV) (Versión 2). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15025627>

del Águila, A., Ortiz-Amezcu, P., Tabik, S., Bravo-Aranda, J. A., Fernández-Carvelo, S., and Alados-Arboledas, L (2025). Aerosol type classification with machine learning techniques applied to multiwavelength lidar data from EARLINET. Under review in Actmospheric Physics and Chemistry, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-269>.

Illingworth, A. J., et al. (2015). The EarthCARE Satellite: The Next Step Forward in Global Measurements of Clouds, Aerosols, Precipitation, and Radiation. Bulletin of the American Meteorological Society, 96(8), 1311-1332.

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

Se recomienda iniciarse en el uso de lenguaje de programación Python.

**Plazas:** 1

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

**Nombre y apellidos:** Ana del Águila Pérez

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

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

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

**Nombre y apellidos:** FRANCISCO JESUS NAVAS GUZMÁN

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

**Correo electrónico:** fguzman@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:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**