



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estimación de la altura de la Capa Límite Atmosférica a partir de datos satelitales (EarthCARE) y observaciones terrestres

Descripción general (resumen y metodología):

Breve Descripción del Trabajo

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), cuyo objetivo principal es mejorar el conocimiento del papel de las nubes y los aerosoles en el sistema climático y en el balance radiativo de la Tierra (Illingworth et al., 2015). Para ello, EarthCARE proporciona observaciones detalladas sobre las propiedades ópticas de nubes y aerosoles, así como sobre la radiación entrante y saliente de la atmósfera. La misión, lanzada en 2024, cuenta con cuatro instrumentos avanzados que operan de forma complementaria: ATLID (lidar atmosférico), CPR (radar de perfilado de nubes), MSI (imagen multiespectral) y BBR (radiómetro de banda ancha).

Uno de los productos derivados de EarthCARE es la estimación de la altura de la Capa Límite Atmosférica (CLA), la región más baja de la atmósfera troposférica donde dominan los procesos de mezcla turbulenta debidos al contacto con la superficie terrestre (Wandinger et al., 2023). La altura de la CLA, que puede variar rápidamente en el tiempo, influye de forma directa en fenómenos como la calidad del aire, la dispersión de contaminantes, el desarrollo de nubes y el intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera libre.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es evaluar la precisión de la estimación de la altura de la CLA obtenida a partir del instrumento ATLID de EarthCARE. Para ello, se compararán sus productos con observaciones independientes desde superficie, como los perfiles de retrodispersión de ceilómetros (Kotthaus et al., 2020) y las estimaciones termodinámicas obtenidas a partir de radiosondeos mediante el criterio del número de Richardson (Granados-Muñoz et al., 2012). Además, se analizará la evolución diaria y estacional de la CLA en la ciudad de Granada a partir de series temporales históricas disponibles en estaciones de observación locales.

Metodología

Para alcanzar los objetivos del estudio, se comenzará con una revisión bibliográfica centrada en los métodos de estimación de la altura de la Capa Límite Atmosférica (CLA), tanto a partir de técnicas ópticas (como ceilómetros y lidars) como mediante métodos termodinámicos basados en radiosondeos. Esta revisión permitirá comprender los fundamentos físicos y metodológicos de cada enfoque, así como sus limitaciones.

A continuación, se seleccionarán eventos de coincidencia espacial y temporal entre los pasos del satélite EarthCARE, observaciones de ceilómetros y radiosondeos realizados en estaciones europeas, con especial atención a la ciudad de Granada, donde se dispone de una base sólida de datos históricos.

El procesamiento de datos incluirá varias etapas:

- Extracción de la altura de la CLA a partir de los perfiles de retrodispersión del instrumento ATLID (lidar a bordo de EarthCARE).
- Estimación de la CLA a partir de perfiles de ceilómetros mediante algoritmos automáticos basados en gradientes de retrodispersión, cambios de varianza u otros criterios reconocidos en la literatura.
- Aplicación del método del número de Richardson a los perfiles termodinámicos obtenidos de radiosondeos, identificando el nivel vertical en el que el número de Richardson supera el umbral crítico (≈ 0.25), lo que indica la transición entre atmósfera turbulenta y estable.

Posteriormente, se realizará un análisis estadístico de las estimaciones de altura de la CLA obtenidas con los diferentes métodos, tanto para eventos individuales como para su evolución estacional sobre la región de Granada. Se evaluará la concordancia entre las distintas fuentes de datos y se analizarán posibles fuentes de discrepancia, como diferencias instrumentales, condiciones atmosféricas locales o limitaciones de los algoritmos utilizados.

Finalmente, se discutirá la validez del producto de EarthCARE en la estimación de la CLA, y se presentarán recomendaciones para su aplicación en estudios climáticos, meteorológicos u operacionales, así como sugerencias para futuras mejoras metodológicas.

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

Objetivos planteados:

En este trabajo se plantea los siguientes objetivos:

1. Evaluar la precisión de la estimación de la altura de la Capa Límite Atmosférica proporcionada por el satélite EarthCARE.
2. Comparar las estimaciones satelitales con las derivadas de observaciones desde superficie mediante: Perfiles de retrodispersión de ceilómetros y Radiosondas aplicando el número de Richardson.
3. Caracterizar la variabilidad diaria y estacional de la altura de la CLA en Granada.
4. Analizar las discrepancias entre métodos y sus posibles causas (condiciones meteorológicas, resolución vertical, hora local, etc.).

Bibliografía básica:

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.

Granados-Muñoz, M. J., et al. (2012). Automatic determination of the planetary boundary layer height using lidar: One-year analysis over southeastern Spain, *J. Geophys. Res.*, 117, D18208, doi:10.1029/2012JD017524.

Wandinger, U., et al. (2023). Cloud top heights and aerosol layer properties from EarthCARE lidar observations: the A-CTH and A-ALD products. *Atmospheric Measurement Techniques*, 16(17), 4031-4052.

Kotthaus, S., et al. (2020). Tailored algorithms for the detection of the atmospheric boundary layer height from common automatic lidars and ceilometers (ALC). *Remote Sensing*, 12(19), 3259.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: FRANCISCO JESUS NAVAS GUZMÁN

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: fguzman@ugr.es

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

Nombre y apellidos: Onel Rodríguez Navarro

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: rodrigueznavarro@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: