



Università degli Studi di Torino
Facoltà di Fisica
Corso di Laurea in Fisica

Tesi di Laurea

INFLUENZA DEL PROFILO DI DENSITÀ ATMOSFERICA SULLA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI FISICI DI METEORE BRILLANTI

Relatore: Prof. Mario Edoardo Bertaina

7 Aprile 2022

Correlatori: Dott. Daniele Gardiol
Dott. Dario Barghini

Candidato: Martina Chiarella

Anno Accademico 2020/2021



Introduzione



Obiettivi della tesi di Stage

- Influenza della densità atmosferica sulle grandezze che descrivono le meteore;
- Studio del modello dell'atmosfera in **diverse condizioni**:
 1. fissando i **parametri temporali**;
 2. fissando i **parametri spaziali**;
- Studio della densità atmosferica **giornaliera**;
- Studio della densità atmosferica **annuale**;
- Studio della densità atmosferica giornaliera in tutta **l'Italia**.



PRISMA (2017)



- Prima Rete Italiana di Sorveglianza delle Meteore e dell'Atmosfera;
- Lo studio delle meteore è utile per conoscere la **composizione** degli asteroidi;
- Attraverso **tecniche astrometriche** e **fotometriche** si risale alla **traiettoria** dei bolidi;
- Determinata la traiettoria si passa allo studio del **volo buio** e all'eventuale ricerca di **frammenti** della meteora.





Traiettoria del bolide e volo buio

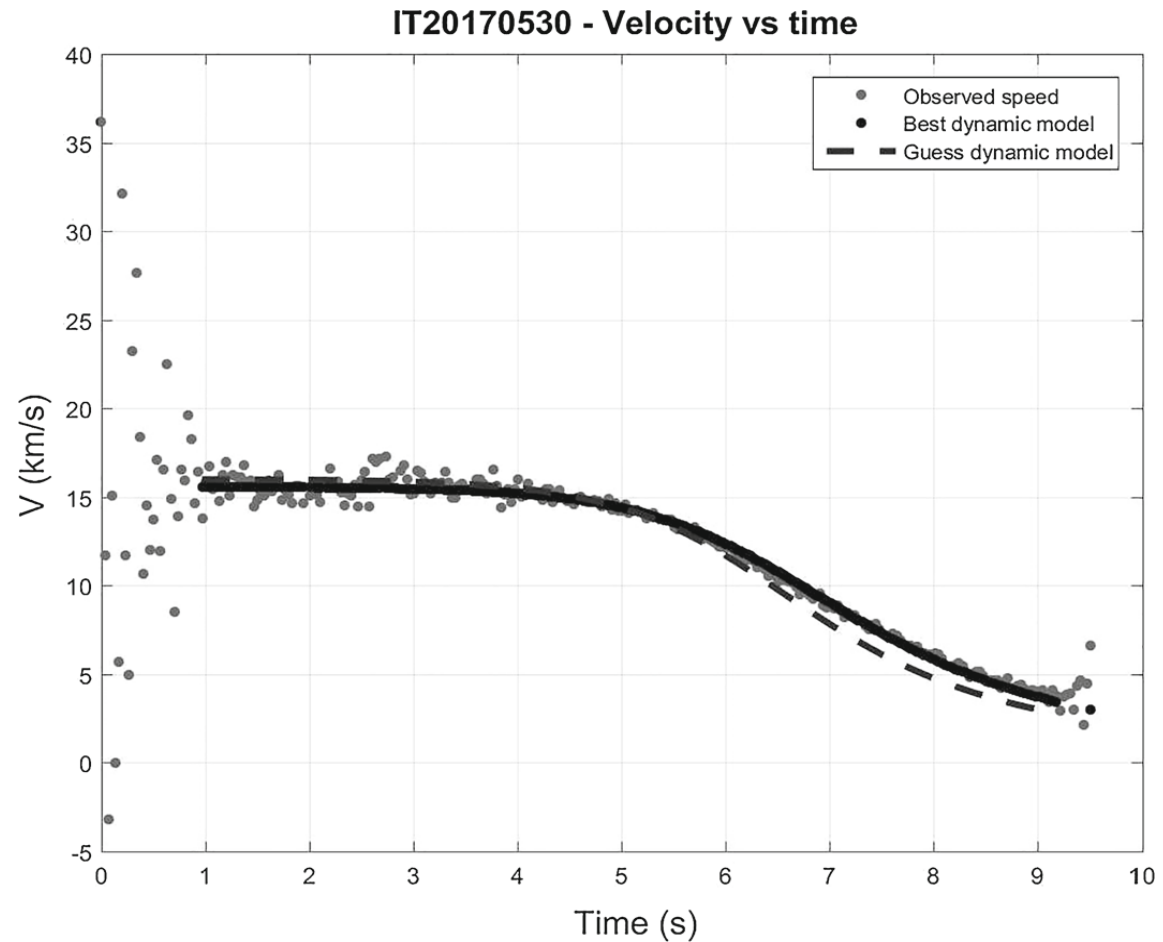


- **Modello dinamico della meteora:**

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{\Gamma \rho_a v^2}{D_\infty} e^{-\frac{\sigma}{6}(v^2 - v_\infty^2)}$$

$$\frac{d\rho_a}{dt} = \frac{\rho_a v \cos Z}{H}$$

$$\frac{dh}{dt} = -v \cos Z$$





Traiettoria del bolide e volo buio



- Modello dinamico della meteora:

$$\frac{d\rho_a}{dt} = \frac{\rho_a v \cos z}{H}$$



$$\rho_a = e^{-y}$$

$$y = \ln \alpha + \beta - \ln \left(\frac{\int_{-\infty}^{\beta} \frac{e^z dz}{z} - \int_{-\infty}^{\beta v^2} \frac{e^z dz}{z}}{2} \right)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} c_d \frac{\rho_0 h_0 S_e}{M_e \sin \gamma}$$

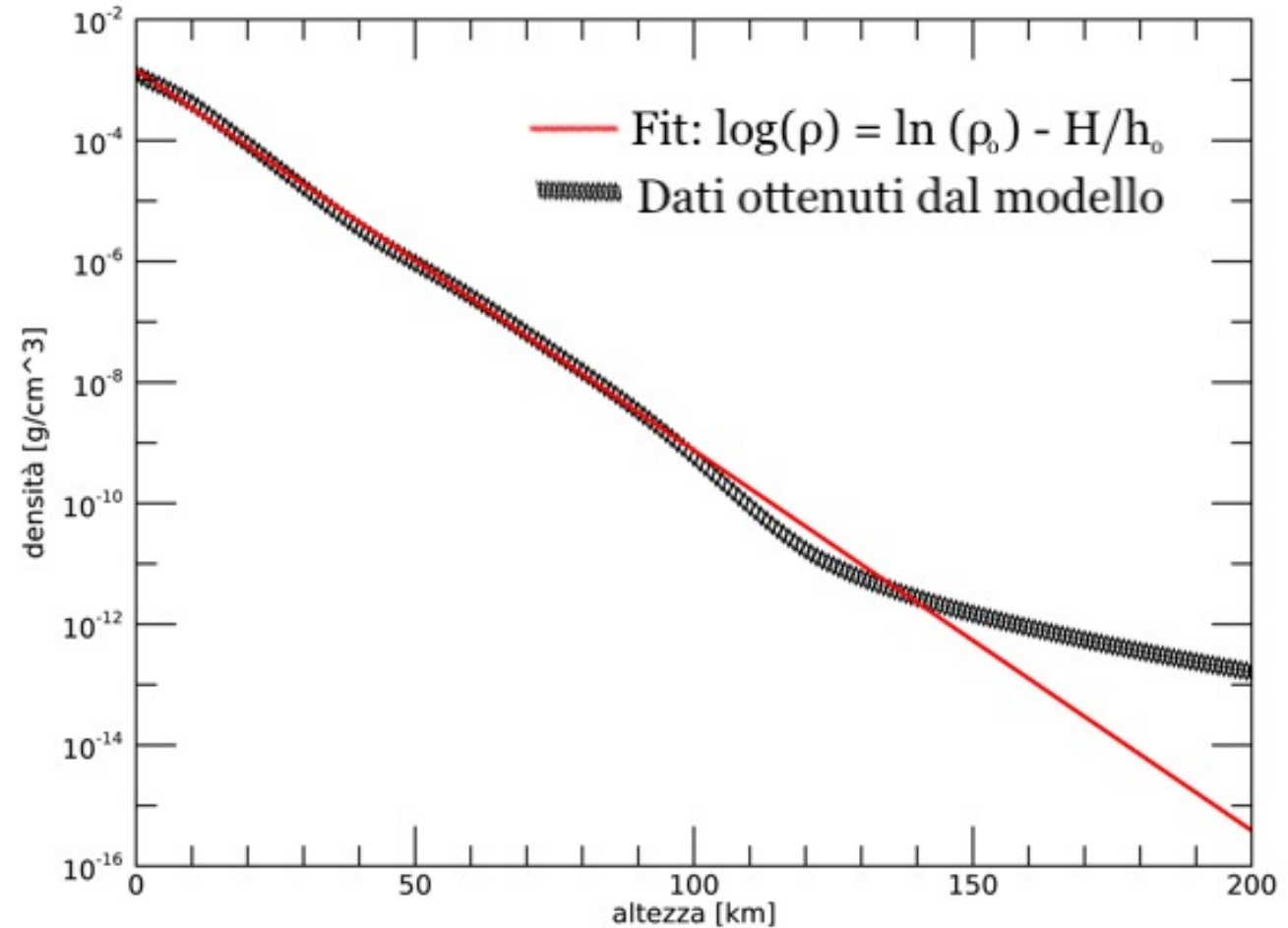
$$\beta = (1 - \mu) \frac{c_h V_e^2}{2 c_d H^*}$$



Modello dell'atmosfera NRLMSIS 2.0



- **Modello empirico** che descrive le caratteristiche dell'atmosfera attraverso una **formulazione parametrica analitica**;
- **Equazione** che descrive il profilo atmosferico:
$$\rho(h) = \rho_0 e^{-\frac{h}{h_0}}$$
- Utilizza come input **longitudine, latitudine, giorno dell'anno** e gli **indici dell'attività geomagnetica** e del **flusso solare**;
- Il fit del modello ritorna i valori di ρ_0 , h_0 e ρ fissando le **condizioni al contorno**.

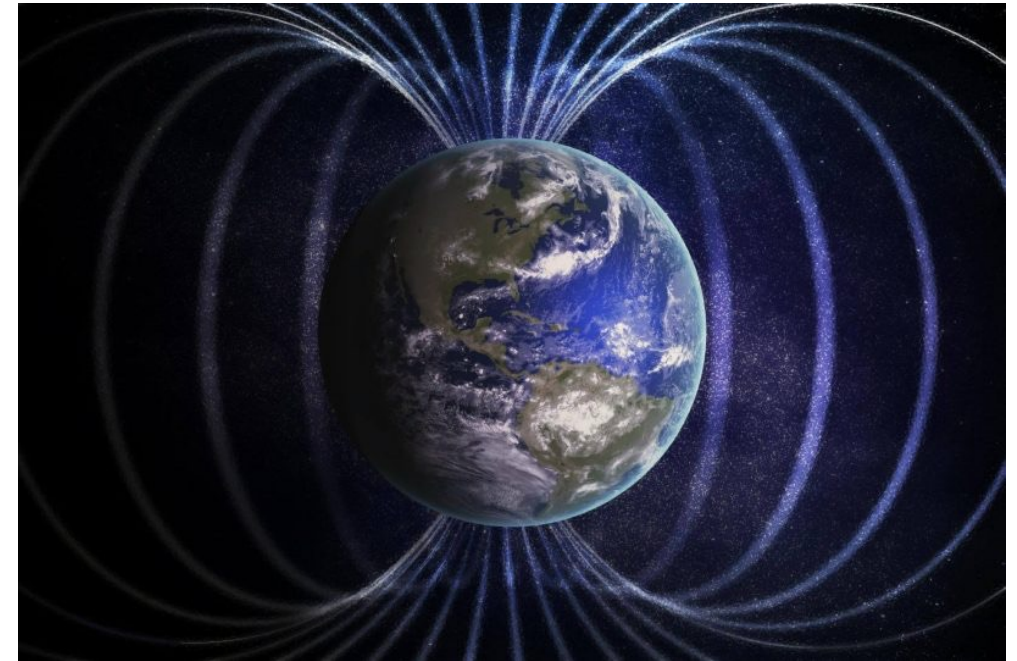




Indice Kp



- **Attività geomagnetica:** variazione naturale nell'intensità del **campo magnetico terrestre**;
- **Indice Kp:** indice **dell'attività geomagnetica**, basato su misurazioni di 3 ore a magnetometri terrestri dislocati in vari punti del globo terrestre, varia da 0 a 9;
- spaceweather.gfz-potsdam.de

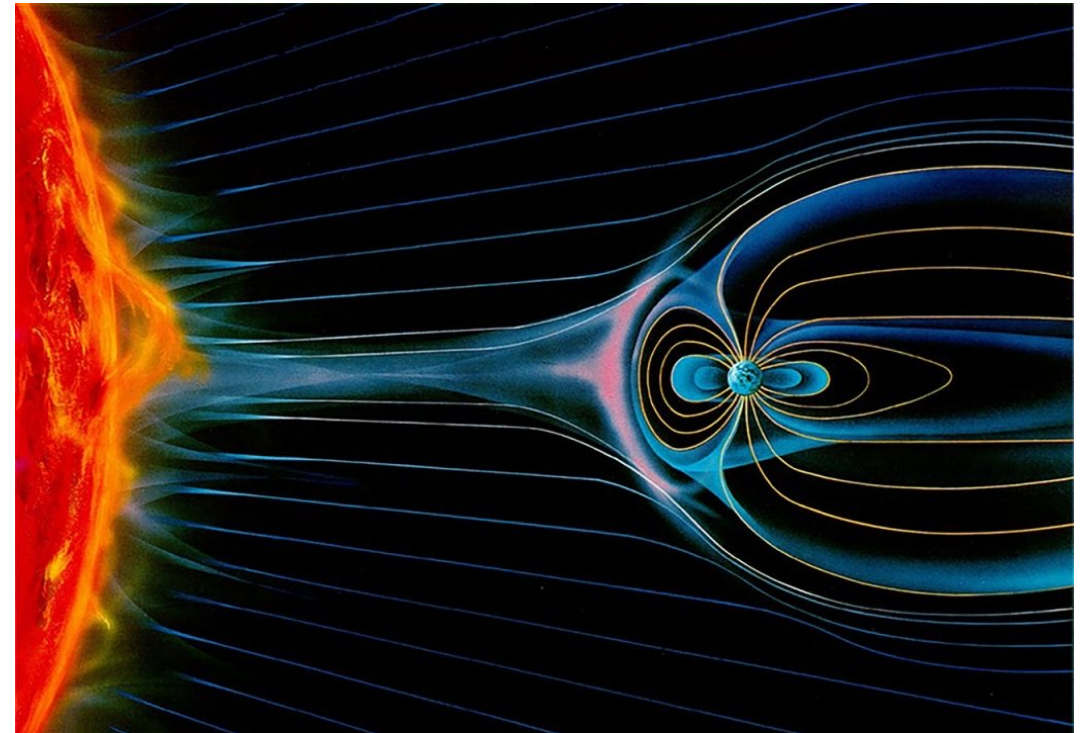




Indice F10.7



- **Flusso solare: fotoni gamma** generati da una reazione a fusione nucleare all'interno Sole;
- **Indice F10.7:** misura dell'**emissione totale** delle sorgenti presenti sul disco solare alla $\lambda = 10.7 \text{ cm}$;
- celestrak.com/SpaceData/



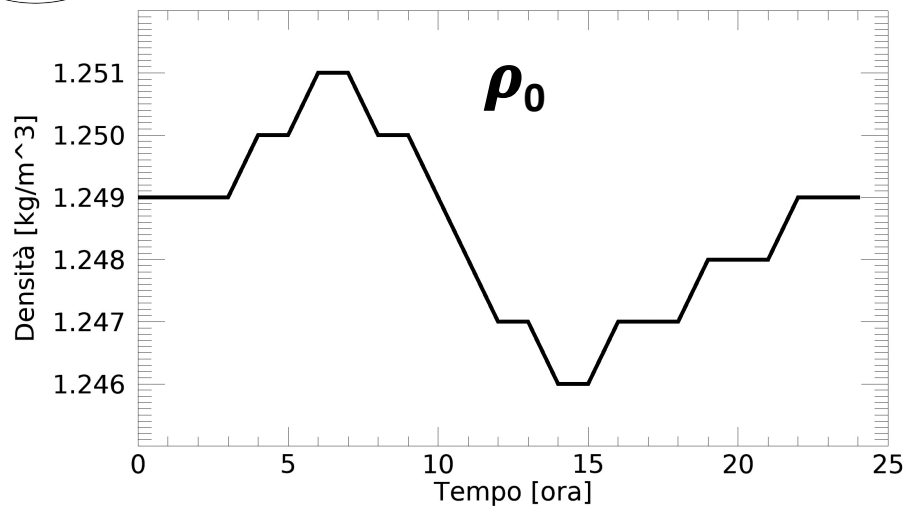


Studio "temporale" del profilo atmosferico

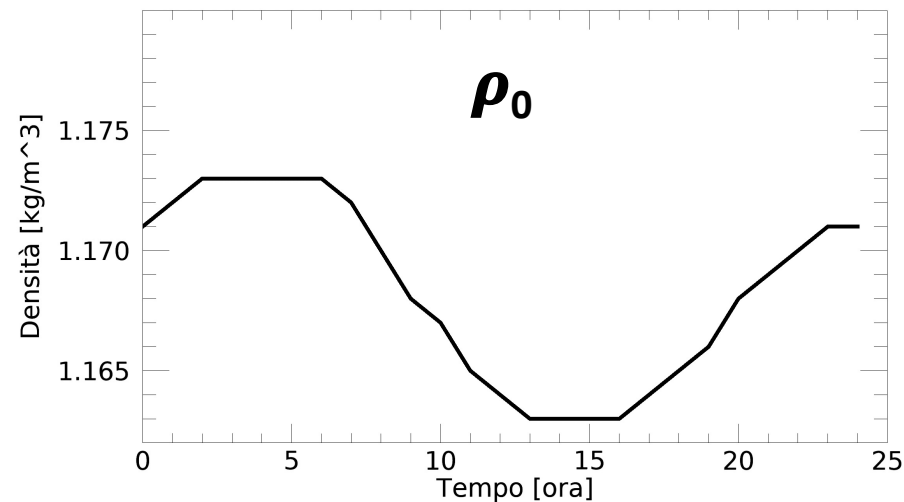


- **Giornaliero: studio alla latitudine di 45° N e longitudine di 7.5° E (Torino)**

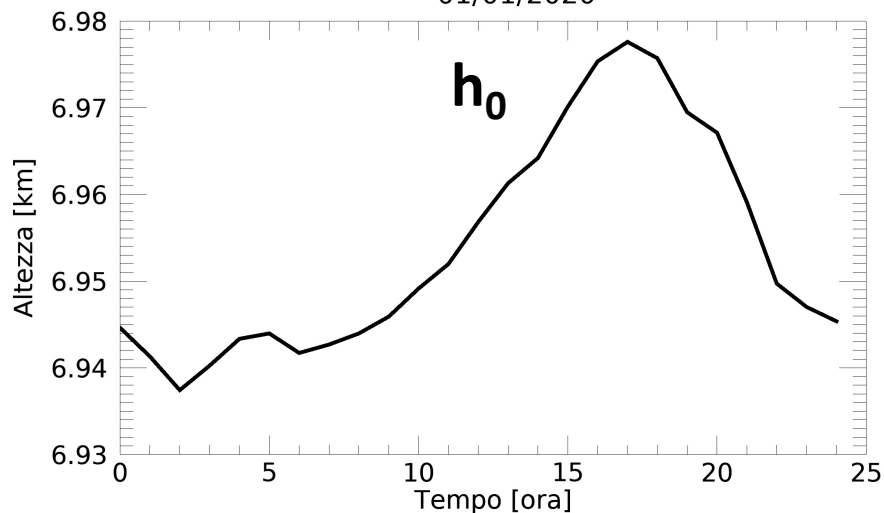
01/01/2020



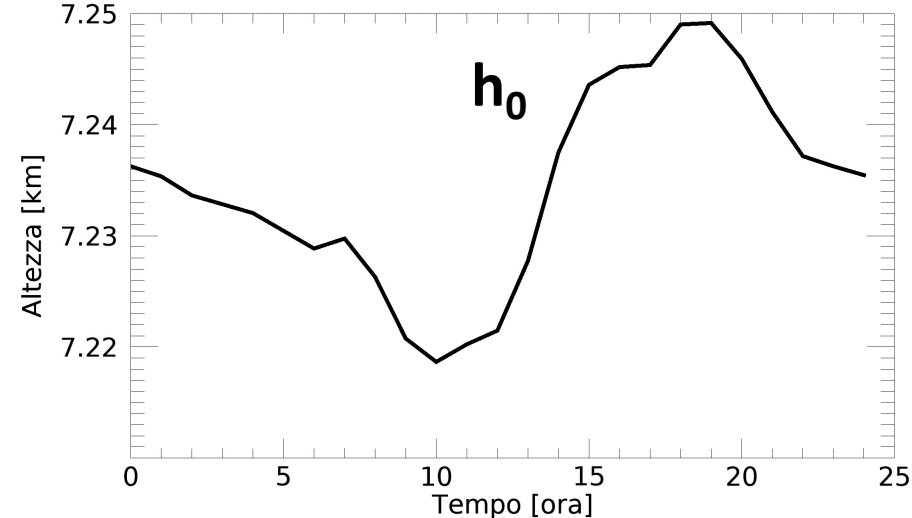
01/08/2020



01/01/2020



01/08/2020

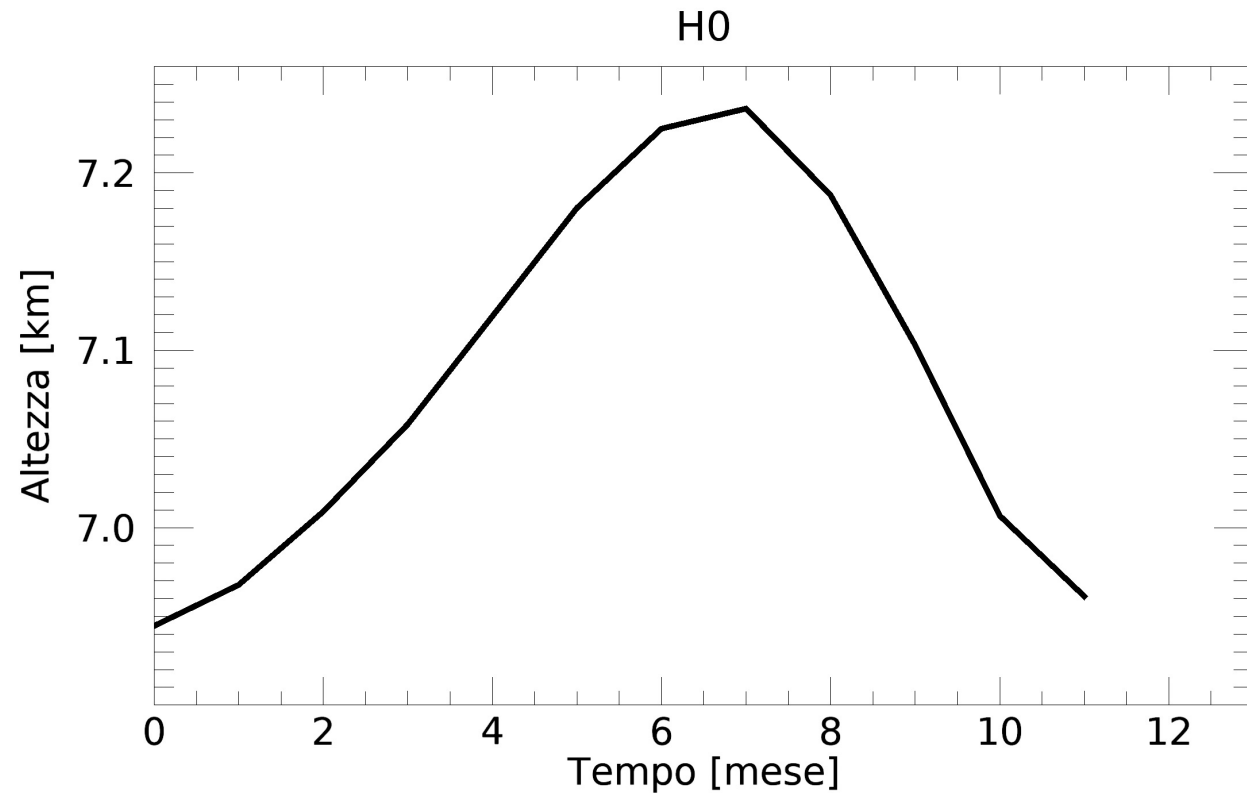
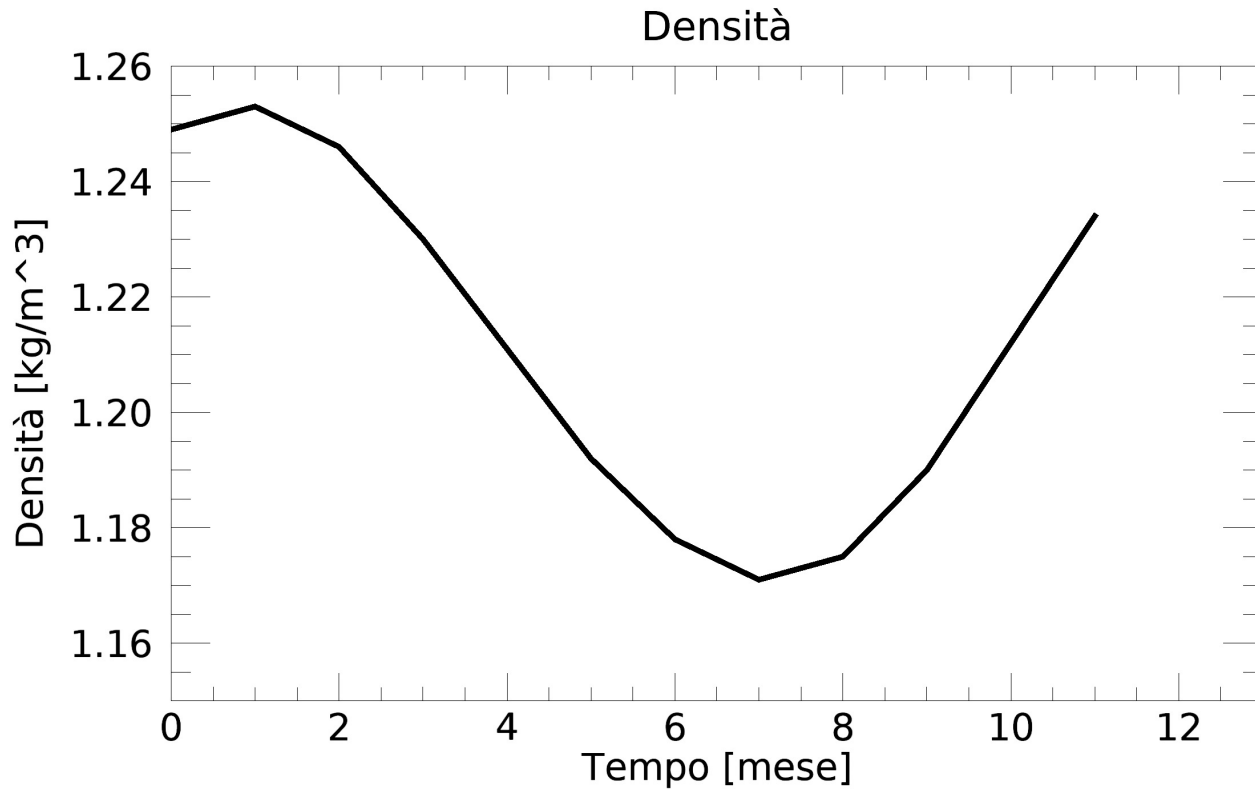




Studio “temporale” del profilo atmosferico



- **Annuale:** studio della **densità** e dell'**altezza** per l'anno **2020** alla **latitudine di 45° N** e **longitudine di 7.5° E** (Torino)

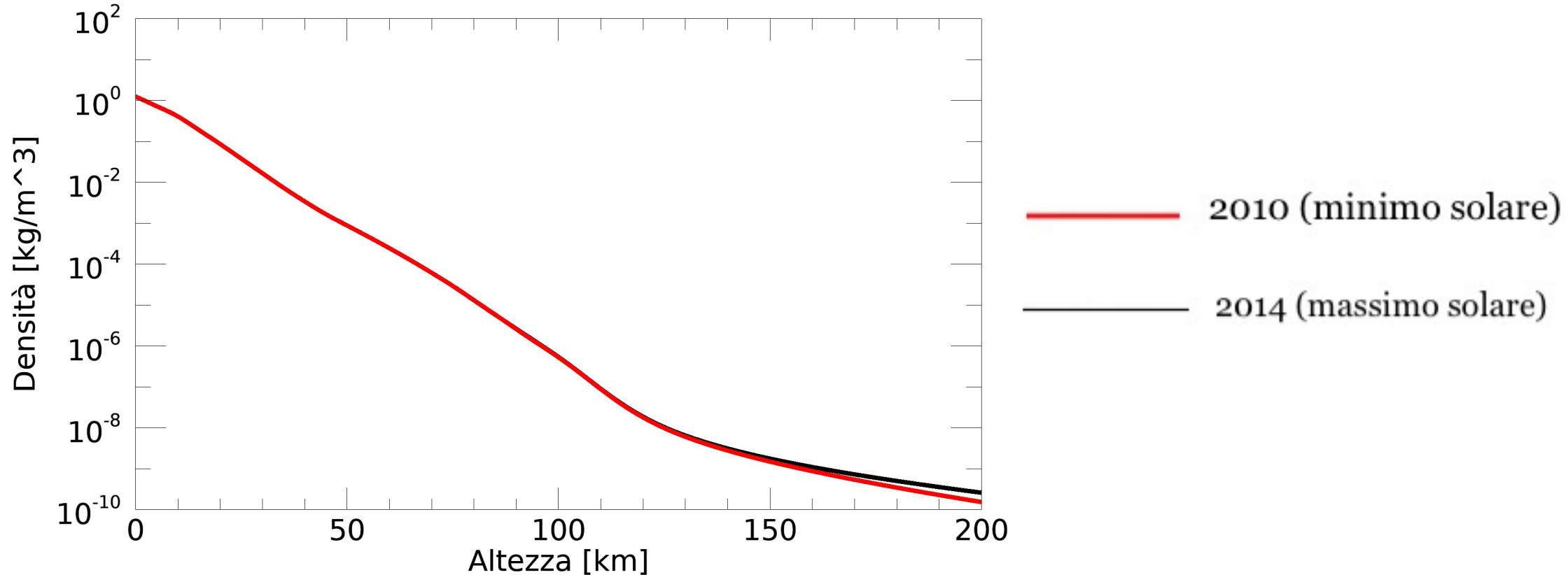




Studio “temporale” del profilo atmosferico



- **Ciclo solare:** studio del **profilo atmosferico** per il giorno **01/01** nell’anno del **minimo solare** e del **massimo solare** alla **latitudine di 45° N** e **longitudine di 7.5° E** (Torino)

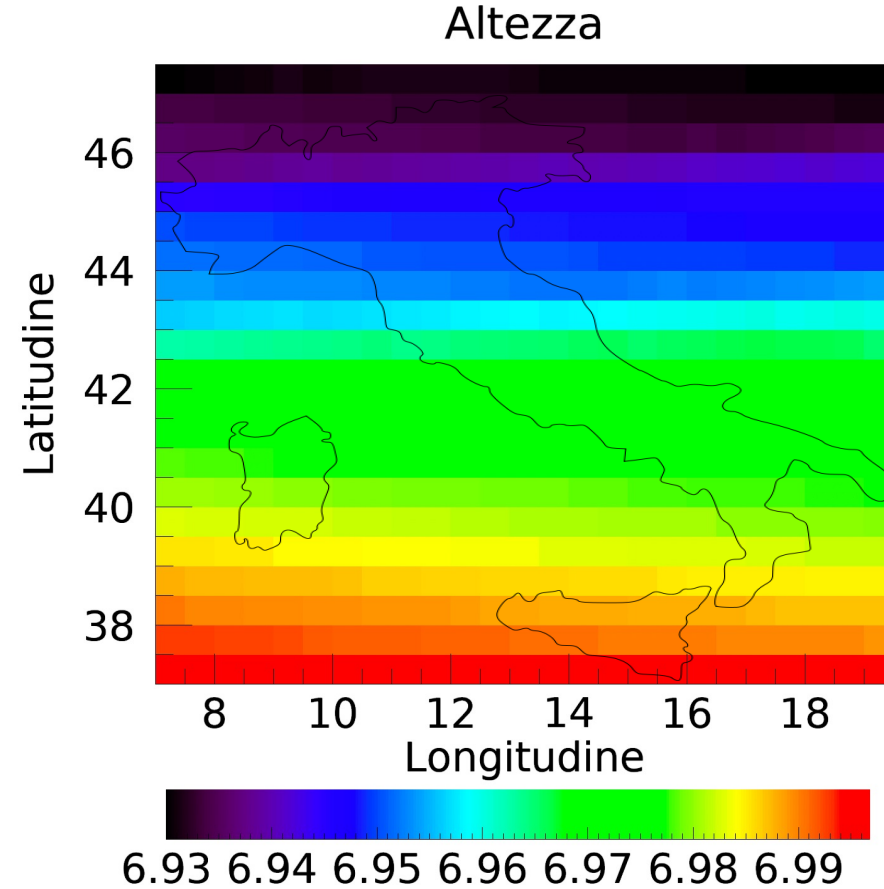
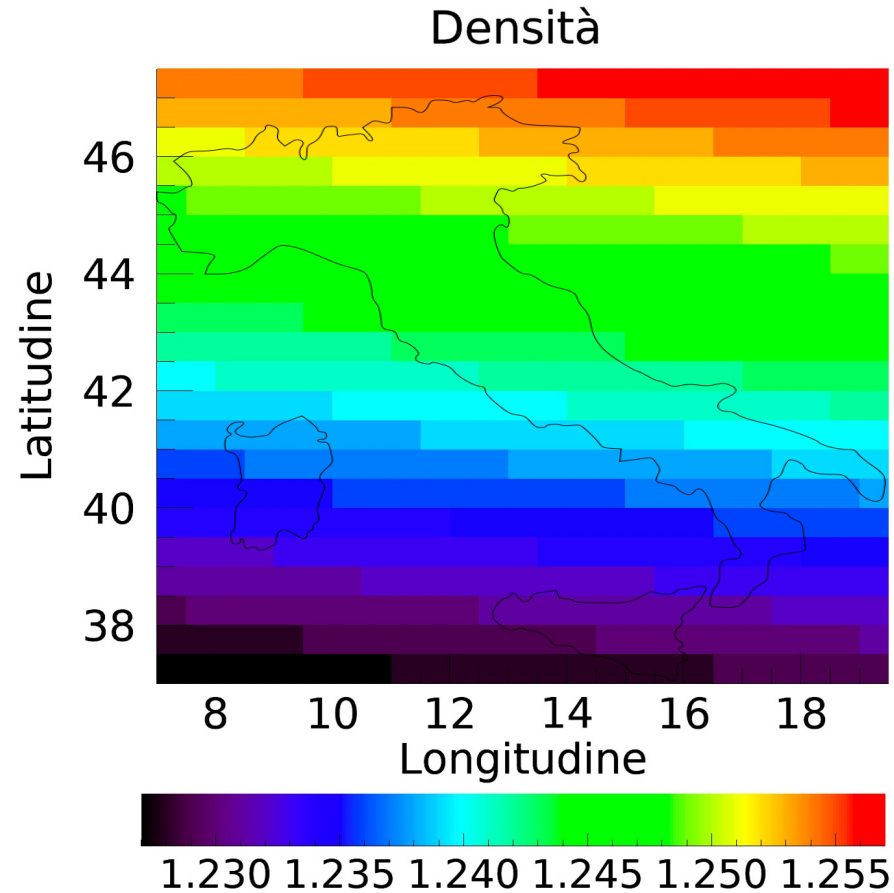




Studio “spaziale” del profilo atmosferico



- **Densità atmosferica e altezza per il giorno 01/01/2020:**





Conclusione



Conseguenze dello studio di profili atmosferici sui parametri che descrivono le meteore:

- **Variazione giornaliera** di densità e altezza non significativa;
- **Variazione spaziale** di densità e altezza non significativa;
- **Variazione** di densità e altezza dovuta al **ciclo solare** non significativa;
- **Variazione annuale** di altezza e densità significativa.



Referenze

Bibliografia:

- Carbognani et al. (2020), *A case study of the May 30, 2017, Italian fireball*, European Physical Journal Plus;
- Gritsevich (2009), *Determination of parameters of meteor bodies based on flight observational data*, Advances in Space Research;
- Emmert et al. (2020), *NRLMSIS 2.0: A Whole-Atmosphere Empirical Model of Temperature and Neutral Species Densities*, Advancing Earth and Space Science.

Sitografia:

- Sito PRISMA: prisma.inaf.it
 - Indici Kp: spaceweather.gfz-potsdam.de
 - Indici F10.7: celestrak.com/SpaceData/
-