

Identificazione delle diverse componenti degli aerosol atmosferici da misure di spessori ottici colonnari: applicazione a siti differenti

F. Esposito¹, M. Calvello^{2,3}, G. Pavese³

¹ SI-Università della Basilicata, Potenza (PZ)

² OAVDA-Marsico Nuovo, Potenza (PZ)

³ IMAA-CNR Tito Scalo (Pz)

Obiettivi

- Introduzione all'utilizzo di una **tecnica** per l'**identificazione delle componenti** principali degli aerosol sulla colonna a partire da **misure di spessori ottici (tau)**
- **Caratterizzazione** delle proprietà ottiche colonnari degli aerosol atmosferici **in tre siti differenti** in Italia
- Applicazione della tecnica ai tre siti considerati
- Confronto dei risultati ottenuti con la **cluster analysis** delle **Back-Trajectories** generate dal modello Hysplit per differenti quote di arrivo

Cenni sulla tecnica*

Tau calcolati tramite la teoria di Mie



$$\tau_{\lambda_i}^{comp} = \tau_i^{comp} = \sum_{j=1}^k \int_0^{\infty} \pi r^2 Q_{extj}(m_j, r, \lambda_i) S_j n_j(r) dr$$

con

$Q_{ext,j}$: coefficiente di estinzione
 m_j : indice di rifrazione complesso
 S_j : fattore di scala



S_j calcolato minimizzando la quantità:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(\tau_i^{meas} - \tau_i^{comp})^2}{(\Delta \tau_i^{meas})^2},$$

Parametri fisici e ottici assegnati a ciascuna tipologia da OPAC

Distribuzioni dimensionali come somma delle singole componenti "j"



$$n(r) = \sum_{j=1}^k n_j(r)$$

ogni n_j approssimata da log-normale



$$\left(\frac{dN}{d \ln r} \right)_j = \frac{1}{2\pi\sigma_j} \exp - \frac{(\ln r - \ln r_{0j})^2}{2\sigma_j^2},$$

Il contributo di ciascuna specie n_j a tau @ 500nm

$$P_j = 100 \frac{\int_0^{\infty} \pi r^2 Q_{extj}(m_j, r, \lambda) S_j n_j(r) dr}{\sum_{j=1}^5 \int_0^{\infty} \pi r^2 Q_{extj}(m_j, r, \lambda) S_j n_j(r) dr}$$

*S. K. Satheesh and J. Srinivasan, *J. Atmos. Sci.*, 1082-1092, 63, (2005).

Cenni sulla tecnica: modello OPAC*

5 tipologie di aerosol dal modello OPAC (Optical Properties of Aerosol and Clouds):

- 1) Water Soluble (**WS**),
- 2) Soot (**S**),
- 3) Sea Salt coarse mode (**SSc**),
- 4) Sea Salt accumulation mode (**SSa**),
- 5) Mineral Dust (**MD**)

	Parametri fisici			Parametri ottici		
	r (μm)	σ	ρ (g/cm^3)	m_{real}	m_{imag}	ω
WS	0.029	2.24	1.8	1.44	- 0.00265	0.99
S	0.018	2.0	1.0	1.75	- 0.45	0.23
SSc	0.378	2.03	2.2	1.38	- $4.5 \cdot 10^{-9}$	1.0
SSa	3.17	2.03	2.2	1.38	- $4.5 \cdot 10^{-9}$	1.0
MD	0.50	2.0	2.6	1.53	- 0.0078	0.78

* M. Hess et al., *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 831–844, 79, (1998).

Dataset di input

Spessori ottici colonnari degli aerosol (***tau***) derivati da misure radiometriche ad alta risoluzione (**risoluzione** spettrale **1.5 nm**) ottenute con radiometri *Ocean Optics S2000* (**400-800 nm**) e *AVANTES USB2000* (**400-900 nm**)



Dataset di tau colonnari ottenuto in diverse condizioni di carico aerosolico e in tre siti differenti in Italia:

- ✓ sito semi-rurale (Tito Scalo)
- ✓ sito montano di fondo (Pollino)
- ✓ sito urbano (Piacenza)

Mappa aerea tratta da Google Earth
(<http://earth.google.com/>).

PM 2014 - Genova, 20-23 Maggio 2014

Proprietà ottiche: Tito Scalo

IMAA-CNR (40.60°N, 15.72°E, 750 m a.s.l)

Piccola zona industriale all'interno di un' ampia zona rurale

Database long-term (2008-2011) per questo sito: individuati 6 giorni caratterizzati da carichi aerosolici differenti

27 maggio e 08 luglio dust

09 luglio e 16 luglio background

30 luglio e 31 luglio polluted

Riferimento valore medio per anni 2008-2011 misure estive

$\tau_{@500} = 0.27 \pm 0.13$

$\alpha = 1.11 \pm 0.67$



Mapa aerea tratta da Google Earth (<http://earth.google.com/>).

Giorno	tau @ 500 nm	Espon. di Ångström (α)
27 maggio 2008	0.20 \pm 0.01	0.32 \pm 0.02
08 luglio 2008	0.37 \pm 0.01	0.33 \pm 0.01
09 luglio 2008	0.13 \pm 0.01	0.82 \pm 0.02
16 luglio 2008	0.11 \pm 0.01	1.33 \pm 0.01
30 luglio 2008	0.26 \pm 0.01	0.91 \pm 0.02
31 luglio 2008	0.21 \pm 0.01	1.89 \pm 0.03

Proprietà ottiche: Piano Ruggio



Piano Ruggio (39.54 °N, 16.12 °E,
1550 m a.s.l.)

Sito di fondo montano all'interno
dell' Altopiano del Pollino, massiccio
della catena appenninica
meridionale

Campagna di misura nei giorni dal 24 al
27 giugno 2003

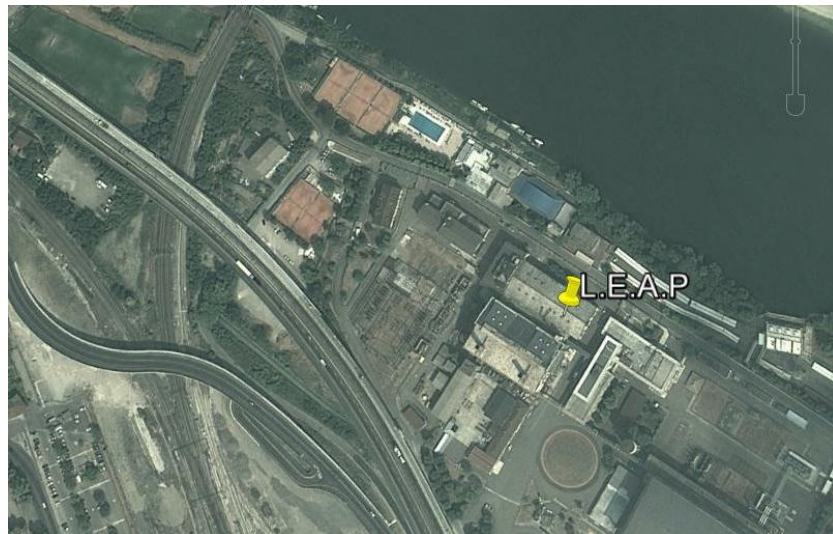
Giorno	tau @ 550 nm	Espan. di Ångström (α)
24/06/03	0.20 \pm 0.03	1.70 \pm 0.25
25/06/03	0.12 \pm 0.02	1.50 \pm 0.60
26/06/03	0.35 \pm 0.02	0.56 \pm 0.15
27/06/03	0.28 \pm 0.04	0.27 \pm 0.04

Riferimento valore medio
sito Tito Scalo per anni
2008-2011 (misure estive)

$$\tau_{@500} = \mathbf{0.27} \pm 0.13$$

$$\alpha = \mathbf{1.11} \pm 0.67$$

Proprietà ottiche : Piacenza



Progetto UPUPA
(Ultrafine Particles in
Urban Piacenza
area)

LEAP (45.03°N, 9.41°E, 67 m a.s.l)
Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza

Sito urbano attiguo al raccordo
autostradale Piacenza - Torino

Campagna di misura nei giorni 20,
21, 22, 26, 28 e 29 settembre 2011

Mappa aerea tratta da Google Earth
(<http://earth.google.com/>).

Giorno	tau @ 500 nm	Espon. di Ångström (α)
20/09/11	0.11 \pm 0.02	1.80 \pm 0.49
21/09/11	0.13 \pm 0.02	0.69 \pm 0.11
22/09/11	0.21 \pm 0.05	0.95 \pm 0.14
26/09/11	0.41 \pm 0.13	1.55 \pm 0.31
28/09/11	0.95 \pm 0.05	1.29 \pm 0.07
29/09/11	0.33 \pm 0.03	1.23 \pm 0.08

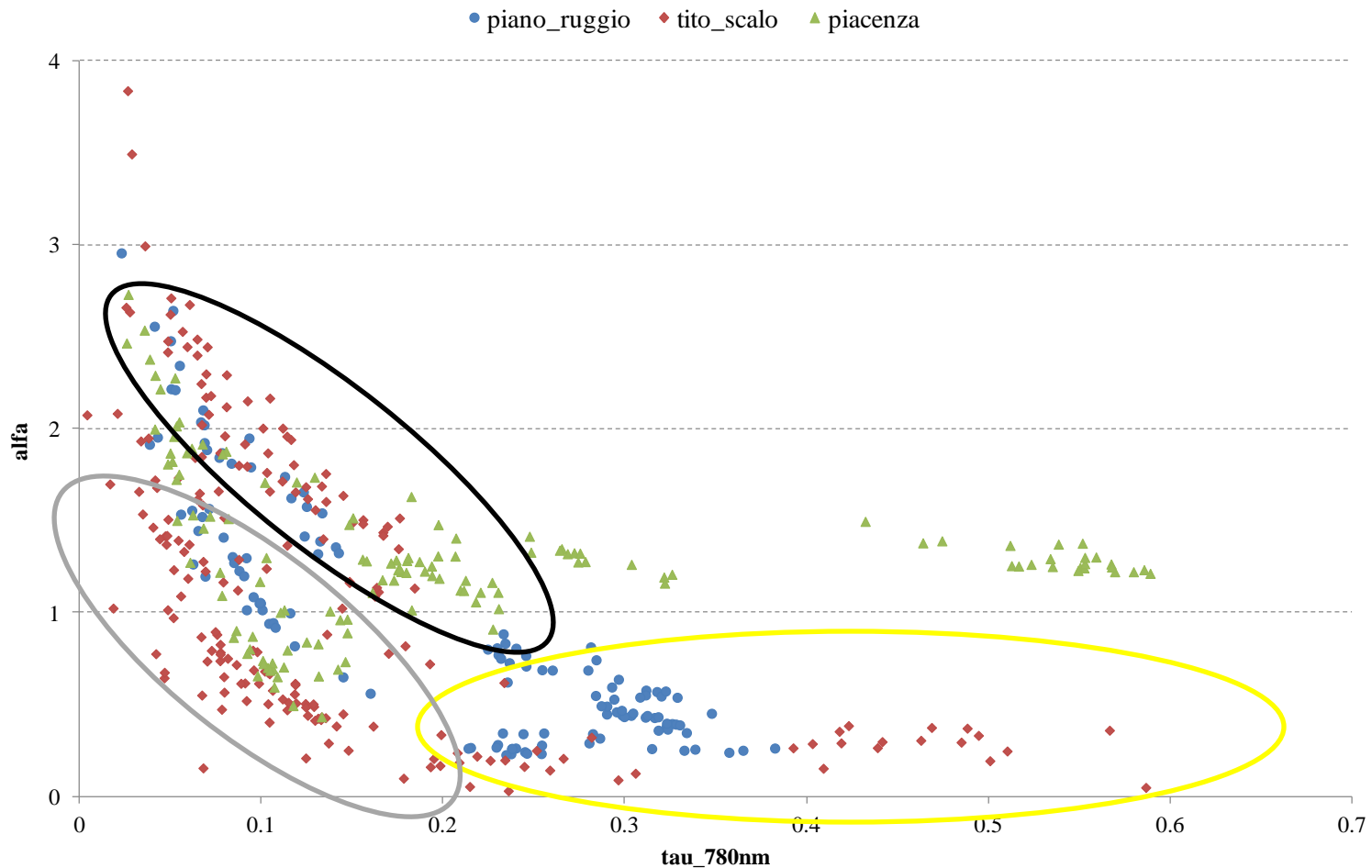
Riferimento valore medio sito Tito
Scalo per anni 2008-2011 (misure
estive)

tau@500 = **0.27** \pm 0.13

α = **1.11** \pm 0.67

Confronto tra i siti

Grafico globale di tau e alfa: come si predispongono i punti relativi ai siti differenti

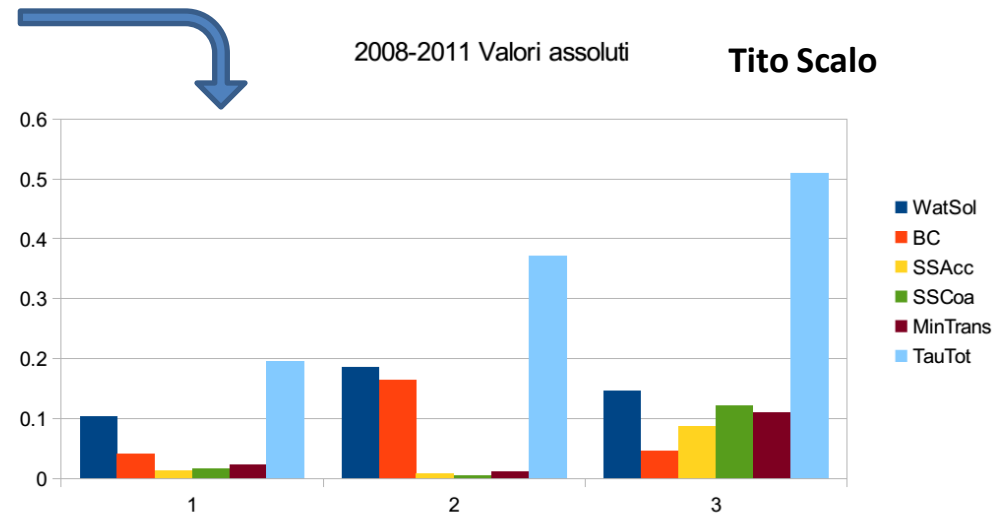
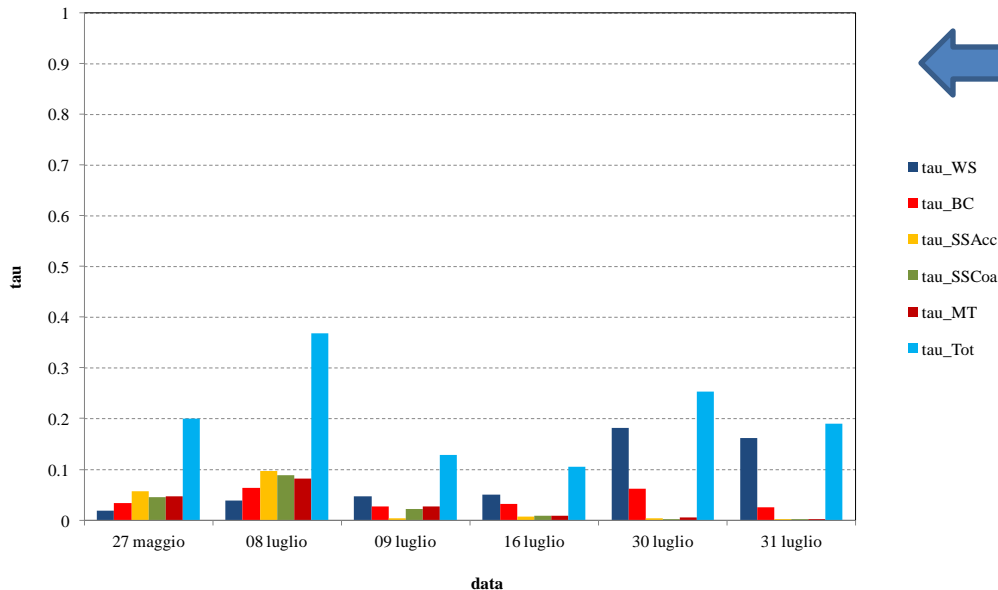


Identificazione delle componenti: Tito Scalo I

3 cluster per il database long-term (2008-2011) - **Tito Scalo**:

- 1) **BackGround (BG)** con WS e BC prevalenti e presenza delle altre componenti
- 2) **Polluted (Poll)** con WS e BC prevalenti e spessori ottici maggiori di BG
- 3) **Dust** con mix di tutte le componenti e $\tau_{Tot} \geq 0.2$

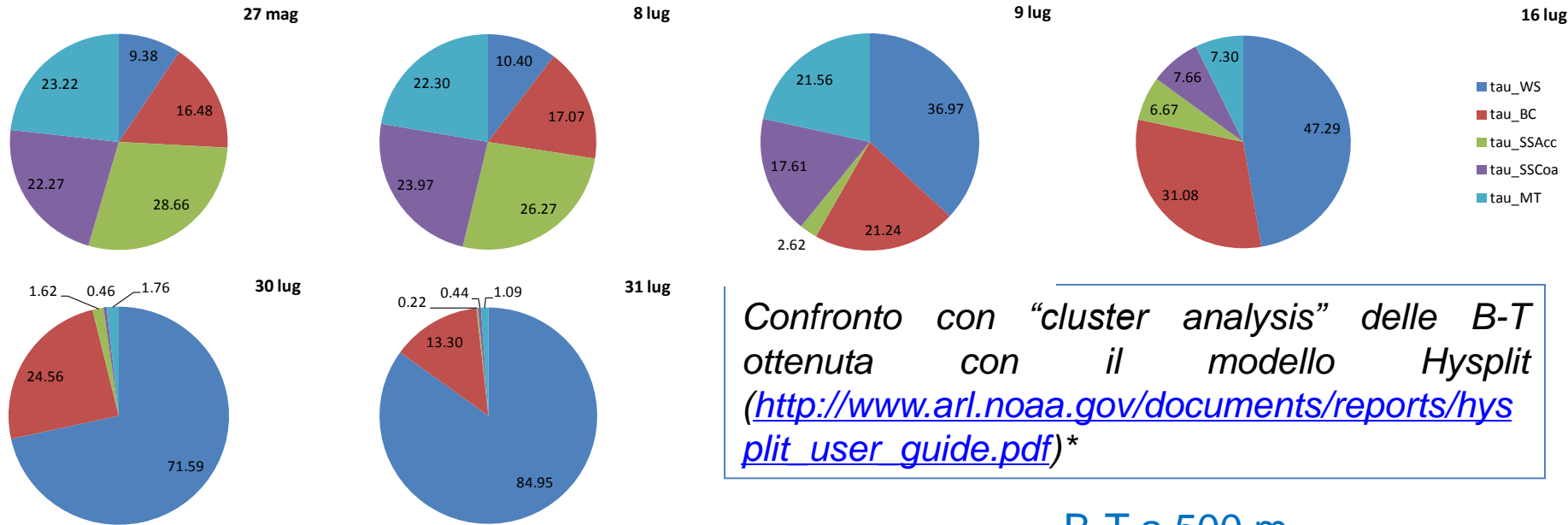
Tito



Le giornate considerate si inseriscono nell'ambito dei cluster individuati :

- 1) 27 maggio e 8 luglio **Dust**
- 2) 09 e 16 luglio **BG**
- 3) 30 e 31 luglio **Poll**

Identificazione delle componenti: Tito Scalo II



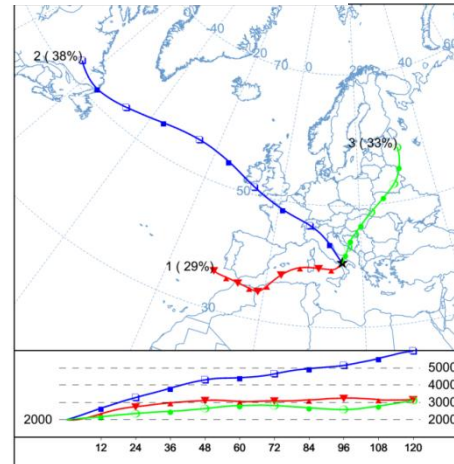
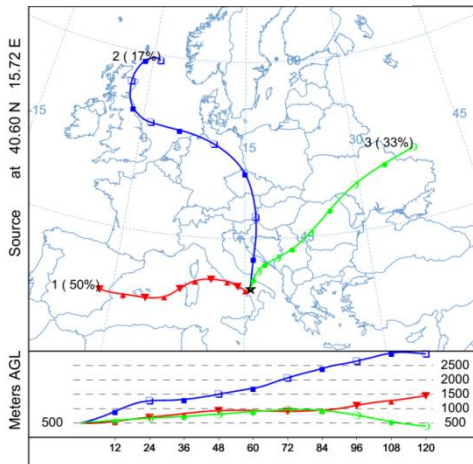
Confronto con "cluster analysis" delle B-T ottenuta con il modello Hysplit (http://www.arl.noaa.gov/documents/reports/hysplit_user_guide.pdf)*

B-T a 500 m

Sud_Medit: 27 maggio, 8 luglio, 9 luglio
Atl-Cont: 16 luglio
Balc: 30 e 31 luglio

B-T a 2000 m

Sud_Medit: 27 maggio, 8 luglio
Atl-Cont: seconda parte 8 luglio, 9 luglio, 16 luglio
Balc: 30 e 31 luglio



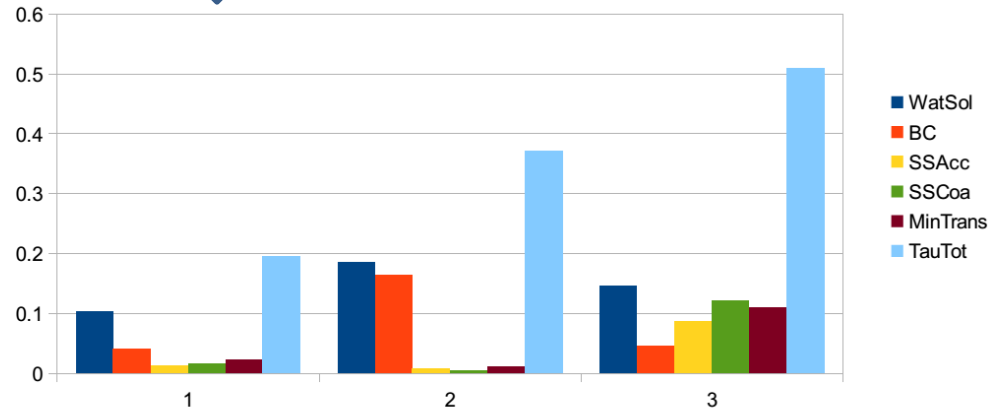
* Draxler, R.R. and Rolph, G.D., 2013. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website (<http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>). NOAA Air Resources Laboratory, College Park, MD.

Identificazione delle componenti: Piano Ruggio I

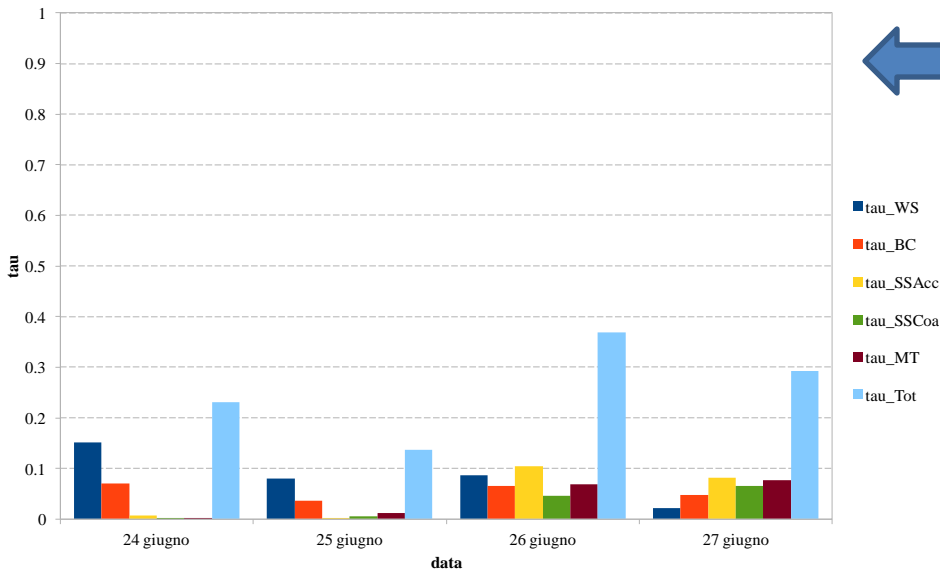
3 cluster per il database long-term (2008-2011) - **Tito Scalo**:

- 1) BackGround (BG)** con WS e BC prevalenti e presenza delle altre componenti
- 2) Polluted (Poll)** con WS e BC prevalenti e spessori ottici maggiori di BG
- 3) Dust** con mix di tutte le componenti e $\tau_{Tot} \geq 0.2$

2008-2011 Valori assoluti **Tito Scalo**



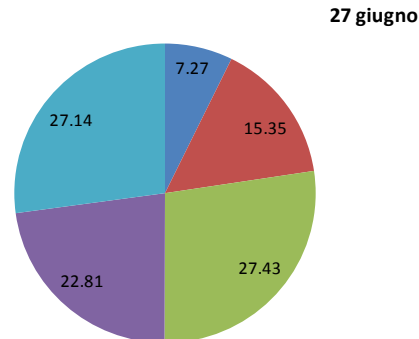
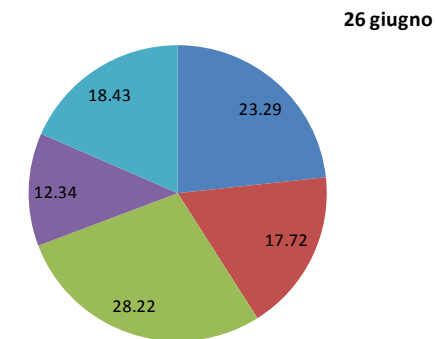
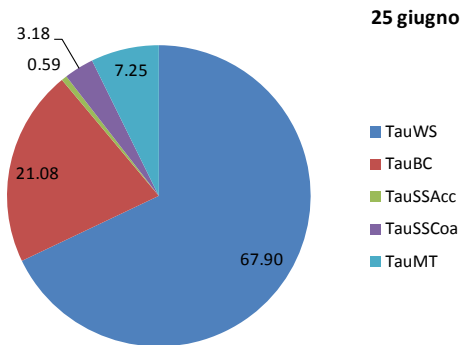
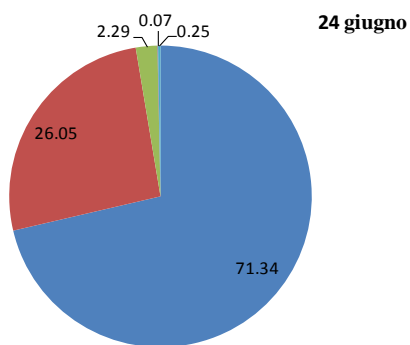
Piano Ruggio



Le giornate considerate si inseriscono nell'ambito dei cluster individuati :

- 1) 24 e 25 giugno BG**
- 2) 26 e 27 giugno Dust**

Identificazione delle componenti: Piano Ruggio II



Confronto con "cluster analysis" delle B-T ottenuta con il modello Hysplit

http://www.arl.noaa.gov/document/s/reports/hysplit_user_guide.pdf

B-T a 500 m

Cont-Balc: 24 giugno e prima misura 25 giugno

Cont-Loc: 25 giugno

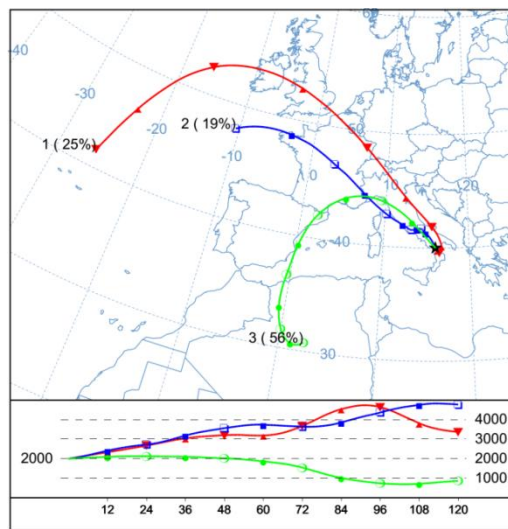
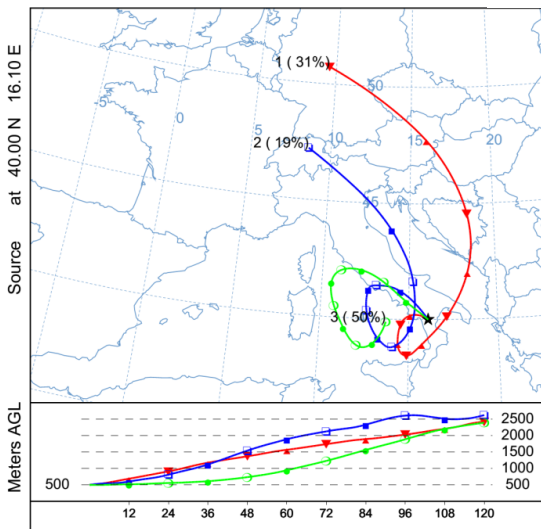
Loc-Tirr: 26 e 27 giugno

B-T a 2000 m

Atl-Cont_1: 24 giugno

Atl-Cont_2: 25 giugno

Africa: ultima del 25 giugno e 26 e 27 giugno

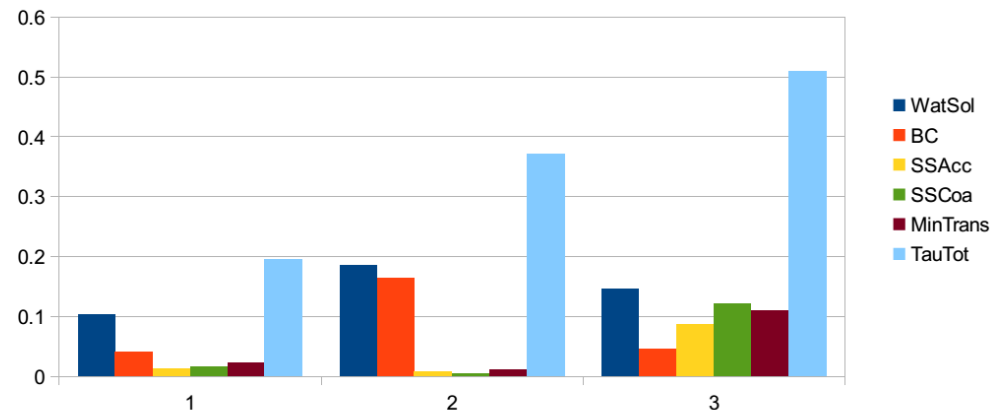


Identificazione delle componenti: Piacenza I

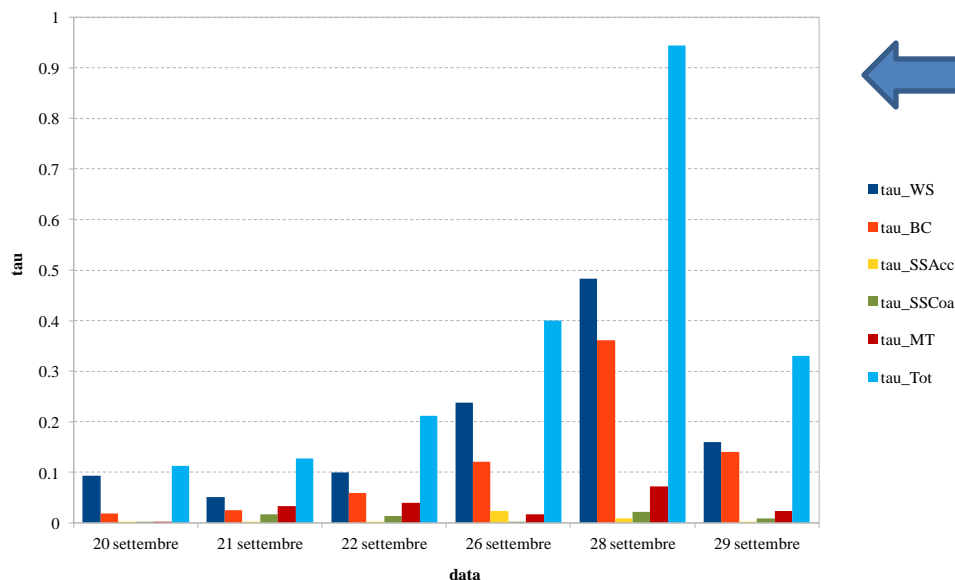
3 cluster per il database long-term (2008-2011) - **Tito Scalo**:

- 1) Background (BG)** con WS e BC prevalenti e presenza delle altre componenti
- 2) Polluted (Poll)** con WS e BC prevalenti e spessori ottici maggiori di BG
- 3) Dust** con mix di tutte le componenti e $\tau_{Tot} \geq 0.2$

Tito Scalo
2008-2011 Valori assoluti



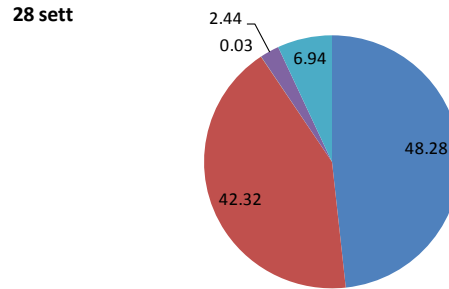
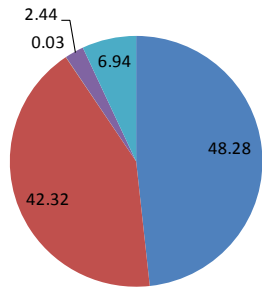
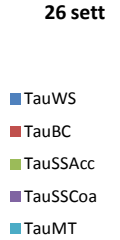
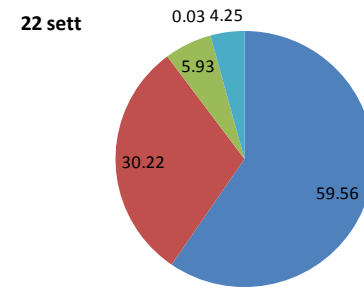
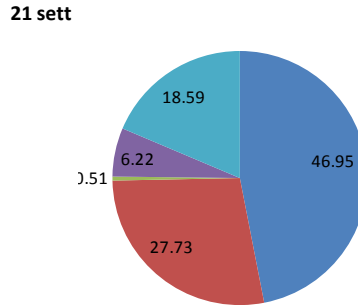
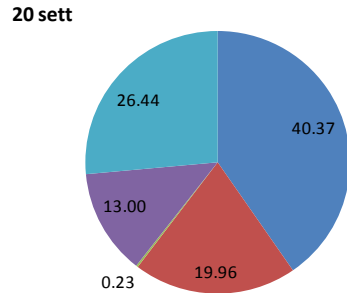
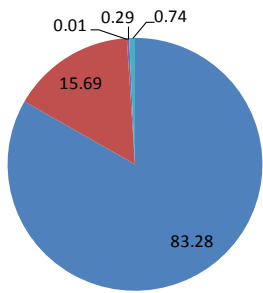
Piacenza



Le giornate considerate si inseriscono nell'ambito dei cluster individuati :

- 1)** 20, 21 e 22 settembre **BG**
- 2)** 26, 28 e 29 settembre **Poll**

Identificazione delle componenti: Piacenza II



B-T a 500 m

Atl: 20 settembre

Loc-NordItalia: 20 settembre, 22 settembre, 26, 28 e 29 settembre

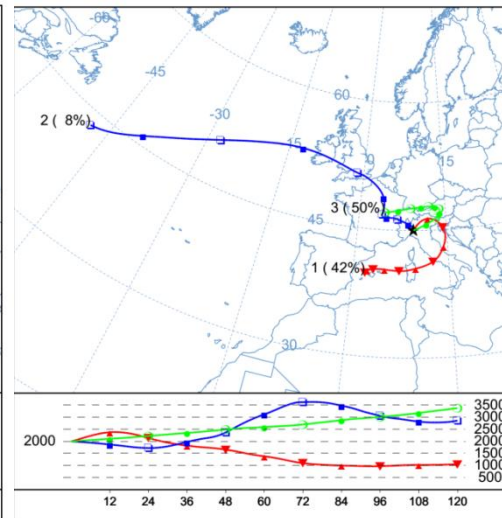
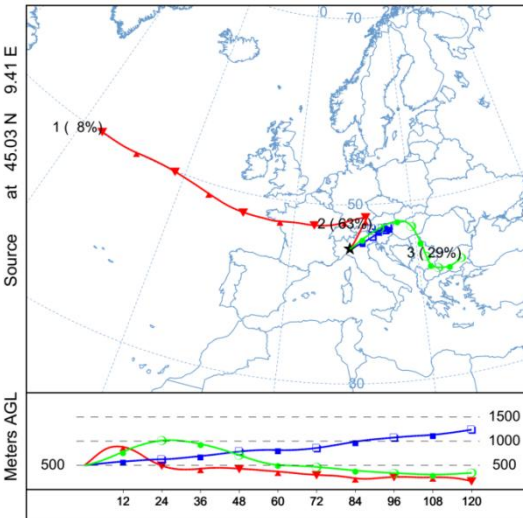
Balc: 20 settembre, 21 settembre, 22 settembre

B-T a 2000 m

Spagna_mare: 20, 21 settembre e prime due misure del 22 settembre

Atl: ultime due misure del 22 settembre

Loc-NordItalia: 26, 28 e 29 settembre



Conclusioni e sviluppi futuri

- Identificazione delle diverse componenti degli aerosol sulla colonna atmosferica a partire da strumenti a basso costo e portabili
- Possibilità di seguire le variazioni nella composizione degli aerosol in atmosfera durante la giornata
- Informazioni ottenute sull'intera colonna atmosferica utilizzabili come input in modelli di trasferimento radiativo e modelli di trasporto per l'ottimizzazione dei risultati
- Possibilità di integrazione con misure in-situ per valutare in quali casi e in che modo la composizione degli aerosol sulla colonna si rifletta al suolo e viceversa

Grazie per l'attenzione !!!

Mariarosaria Calvello
Francesco Esposito
Giulia Pavese

mariarosaria.calvello@imaa.cnr.it,
francesco.esposito@unibas.it
giulia.pavese@imaa.cnr.it