



REGIONE TOSCANA
Direzione Politiche Ambientali e Territoriali

WORKSHOP

“Progetto Regionale PATOS: Il PM₁₀ in Toscana”

26 Marzo 2007
Auditorium del Consiglio Regionale Via Cavour, 4 - Firenze

PROGRAMMA

- 9.00 Registrazione partecipanti
- 9,30 Il Progetto PATOS: Particolato Atmosferico in TOScana.
Dott. Mario Romanelli - Regione Toscana
- 9.50 Rilevamento del PM₁₀: strategia di campionamento e verifica di qualità delle misure gravimetriche.
Dott. Marco Chini - ARPAT
- 10.10 La composizione e l'origine del PM₁₀ in Toscana.
La componente inorganica del PM₁₀ in Toscana
Prof. Roberto Udisti - Università di Firenze, Dip. Chimica
La componente carboniosa del PM₁₀ in Toscana
Prof. Luciano Lepri - Università di Firenze, Dip. Chimica
La componente naturale del PM₁₀ in Toscana
Prof. Franco Lucarelli - Università di Firenze, Dip. Fisica
- 11.00 Dimensioni e morfologia del PM₁₀ in Toscana.
Dott. Carlo Grassi - Università di Pisa
- 11.20 L'influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni di PM₁₀.
Dott.ssa Francesca Calastrini - LaMMA
- 11.40 Effetti sanitari del materiale particellare fine.
Dott. Giuseppe Viviano - Istituto Superiore di Sanità
- 12.00 Conclusioni
Ass. Marino Artusa - Regione Toscana
- 12.30 Discussione
- 13.30 Chiusura lavori



WORKSHOP



"Progetto Regionale PATOS: il PM₁₀ in Toscana"

Firenze, 26 marzo 2007

IL PROGETTO P.A.TOS. Particolato Atmosferico in Toscana

Dott. Mario Romanelli

Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali

Settore *"Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento"*

LE BASI DEL PROGETTO P.A.TOS.



Il progetto e le risorse contenute nel P.R.A.A. 2004-2006

Soggetti coinvolti

- **Università di Firenze e Pisa**
- **La.M.M.A.**
- **A.R.P.A.T.**
- **Istituto Superiore di Sanità**
- **Techne Consulting**



Il problema PM₁₀

- PM₁₀ problema europeo, nazionale, regionale
- Difficoltà nel rispetto dei valori limite
- Carenze conoscitive: composizione qualitativa, meccanismi di formazione, tempi di permanenza e rimozione, solubilità, scale spaziali caratteristiche
- Carenza di conoscenza affidabile e rigorosamente scientifica

LE POSTAZIONI DI MONITORAGGIO



TIPO STAZIONE (RAPPRESENTATIVITA')	UBICAZIONE
Urbana - Traffico	Arezzo, via Fiorentina
	Prato, via Strozzi
Urbana - Fondo	Capannori, via Piaggia
	Firenze, via Bassi
	Grosseto, via URSS
Periferica - Fondo	Livorno, villa Maurogordato
Rurale - Fondo	Montale, via Pacinotti

LE STAZIONI DI MISURA



IL PROGETTO P.A.TOS. DEVE FORNIRE



Ulteriori conoscenze

- sulla distribuzione spaziale dei livelli concentrazione
- la composizione del particolato nelle varie aree regionali con la speciazione e valutazione origini (primario, secondario, naturale)
- le correlazioni tra situazioni meteorologiche e livelli di concentrazione
- la identificazione delle sorgenti
- una miglior definizione del rischio sanitari

GLI ASPETTI METEOROLOGICI



- la meteorologia assume ruolo predominante nel determinare i livelli di PM_{10} (in particolare nella stagione fredda) e la comprensione degli accadimenti
- trasporto orizzontale delle masse d'aria (fenomeni avvettivi)
- rimescolamento verticale (fenomeni convettivi)
- possibilità di disaccoppiare le variazioni nei livelli di concentrazione dovute a modifiche nelle emissioni da quelle dovute a modifiche della capacità di diluizione dell'atmosfera ed alla comprensione degli accadimenti

GLI ASPETTI METEOROLOGICI



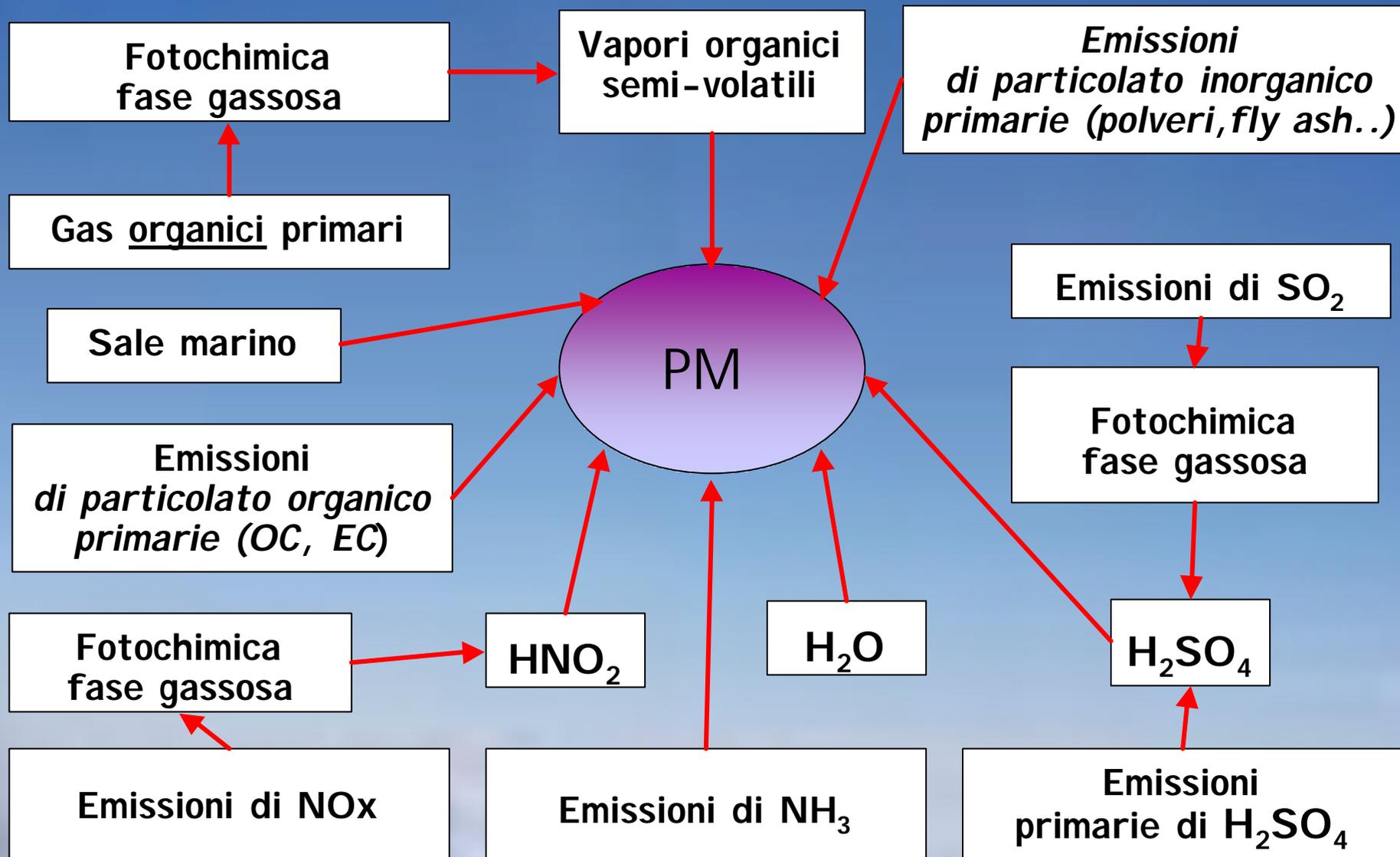
- influenza marcata delle condizioni meteorologiche sinottiche a scala regionale sulle concentrazioni giornaliere;
- variabilità spaziale dei livelli di PM₁₀ a causa di contributi variabili delle sorgenti locali;
- stazioni entroterra con forte variabilità stagionale, stazioni sulla costa con andamenti più costanti;
- analisi meteoclimatica necessaria per la comprensione dei livelli di inquinamento

CARATTERISTICHE DEL PM₁₀



- E' costituito da una miscela di particelle liquide e solide
- è composto da una grande varietà di sostanze, anche adsorbite
- è composto da particelle primarie e secondarie
- i contributi naturali possono essere importanti

Formazione del PM 10 e PM2.5



ULTERIORI FINALITA'



- il progetto determina, oltre alla composizione chimica, anche la forma, le dimensioni ed il numero delle particelle costituenti il PM_{10}
- oltre al numero, anche le dimensioni e la forma delle particelle costituiscono un parametro determinante per la valutazione del rischio sulla salute.
- i primi dati e informazioni sul $PM_{2,5}$
- anticipazione delle nuove norme UE sul $PM_{2,5}$ e della direttiva IPA/metalli

Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione (IRSE)



La Regione Toscana si è dotata negli ultimi anni di:

- **un completo ed aggiornato inventario delle emissioni degli inquinanti dell'aria (IRSE)**
- **di un relativo sistema informativo regionale (APEX) corredato da specifici modelli di stima**

Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione (IRSE)



L'inventario delle emissioni è realizzato secondo la metodologia Corinair e include:

- **gli inquinanti principali (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, composti organici volatili, monossido di carbonio, particolato, ammoniaca)**
- **i metalli pesanti, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici ed i gas climalteranti**
- **in particolare l'inventario utilizza una versione estesa della nomenclatura SNAP delle attività**

IL PROGETTO PATOS E L'IRSE



Nell'ambito del progetto regionale PATOS , sono state svolte le seguenti attività finalizzate ad estendere ed approfondire le conoscenze sulle emissioni di particolato, curate da TECHNE :

- **definizione di una nuova classificazione delle attività adatta alla valutazione delle emissioni di particolato**
- **revisione dei fattori di emissione del PM_{10}**
- **introduzione dei fattori di emissione del $PM_{2.5}$**
- **introduzione della speciazione del $PM_{2.5}$ per l'utilizzo della modellistica**

ALCUNE RI SPOSTE



- la frazione secondaria inorganica (prevalentemente nitrati e solfati d'ammonio) rappresenta il **15-30%** della massa;
- la frazione secondaria organica può rappresentare fino al **15-20 %** della massa (dati parziali di autunno -inverno);
- i primi dati indicano che la **frazione secondaria complessiva** rappresenta almeno il **30 - 50 %** della massa totale del PM10 e tale frazione è ancora più elevata nel PM2,5; sua variabilità stagionale ;

ALCUNE RI SPOSTE



- esiste una sito dipendenza;
- la **frazione carboniosa o carbonio totale** (di origine antropica e naturale) è pari al **45 - 60%** della massa del PM10 (autunno/inverno)
- la frazione dei **componenti naturali** (aerosol marino, saharian dust, pollini, risollelamento) è pari al **10-15%** nella massa del PM₁₀
- la **componente antropica del PM₁₀ primario** (prevalentemente da combustioni) varia dal **30 al 45%**

ALCUNE RISPOSTE



I PRIMI DATI INDICANO ANCHE CHE:

- il **traffico** può contribuire ai livelli di PM_{10} primario nella misura del 25-35% - comunque forte sito dipendenza
- la **combustione di biomassa** (legna) in inverno appare avere un apporto, ai livelli di PM_{10} in alcuni siti, significativo , al pari del traffico

ULTERIORI RISPOSTE



Relativamente allo specifico riconoscimento dei contributi di altre sorgenti si rimanda alle relazioni successive ed all'elaborazione definitiva di tutti i dati del periodo di osservazione del progetto.

**Si prevede un ulteriore Workshop a
Ottobre/Novembre 2007**

VERSO IL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO



Le conoscenze acquisite a seguito del progetto PATOS sono fondamentali per individuare idonee ed efficaci azioni per la riduzione dei livelli di PM_{10} nell'ambito della programmazione delle azioni e, in particolare, per il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria - PRRM

VERSO IL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO



- **rispetto valori limite vigenti dal 2005 e dal 2010 per PM10 e altri inquinanti**
- **migliorare comunque la qualità dell'aria evitando trasferimento dell'inquinamento**
- **applicare in anticipo norme UE sul PM2.5**
- **integrare le azioni con le altre politiche settoriali, in particolare Kyoto**
- **migliorare sempre il quadro conoscitivo (rilevamento e inventari delle sorgenti)**
- **adozione dei PAC comunali, secondo linee guida regionali**

VERSO IL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO



- **applicare nella scelta e nella attuazione delle azioni la sussidiarietà e la concertazione tramite le varie forme e strumenti di partecipazione**
- **coinvolgere i portatori di interesse**
- **fornire informazioni chiare e trasparenti sull'iter del piano e promuovere le buone pratiche, quali stili di vita e modelli comportamentali, in particolare per il risparmio energetico, al fine di ottenere un doppio beneficio ambientale**

Prospettive future



Conessioni tra qualità aria e cambiamenti climatici (politiche per Kyoto)

- **strategia regionale integrata tra la tutela della qualità dell'aria (risanamento e mantenimento) e le riduzioni delle emissioni di gas climalteranti (Kyoto) in coerenza con quelle della UE e nazionale**
- **sorgenti comuni, emissioni interagenti in atmosfera e impatti su scala locale , regionale e globale**
- **impiego più efficiente di risorse su tutte le scale se le azioni di riduzione si indirizzano simultaneamente sui due obiettivi**

CONCLUSIONI



- **il problema PM10, del particolato fine ed ultrafine è complesso e richiede solide ed affidabili conoscenze per la scelta delle azioni più efficaci**
- **necessità e importanza del coinvolgimento delle strutture tecniche e scientifiche e ruolo di indirizzo regionale**
- **dovere di informare e comunicare in modo chiaro, diretto ed esaustivo i cittadini**

CONCLUSIONI



- le norme europee sono in evoluzione e spostano l'attenzione sul $PM_{2,5}$ - Proposta di nuova direttiva quadro
- la Regione sta operando, parallelamente alla predisposizione del PRRM, con Accordi volontari con i Comuni maggiormente coinvolti con il problema PM



Grazie per l'attenzione
ed ai colleghi Furio Forni, Roberto Scodellini e
Sara Andrei
sito per avere informazioni sul Progetto PATOS

REGIONE TOSCANA Direzione Politiche Ambientali e Territoriali

Workshop su
"Progetto Regionale PATOS: Il PM₁₀ in Toscana"

Rilevamento del PM10: strategia di campionamento e verifica di qualità delle misure gravimetriche

ARPAT

Gioia Bini, Marco Chini, Fiammetta Dini, Daniele Grechi, Stefano Veronesi

26 Marzo 2007

Auditorium del Consiglio Regionale

Via Cavour, 4 – Firenze



Contenuto della presentazione

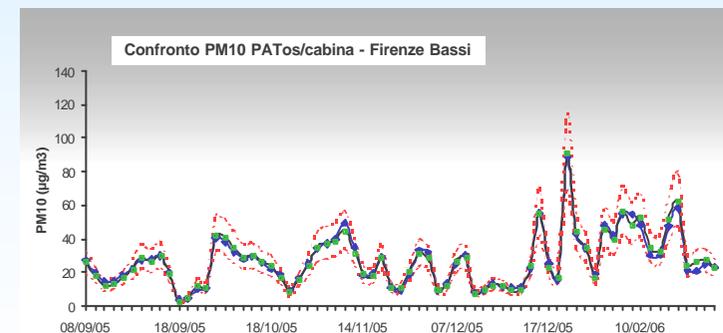
1. L'attività di campionamento

- criteri di selezione dei siti
- strategia di campionamento
- strumentazione impiegata



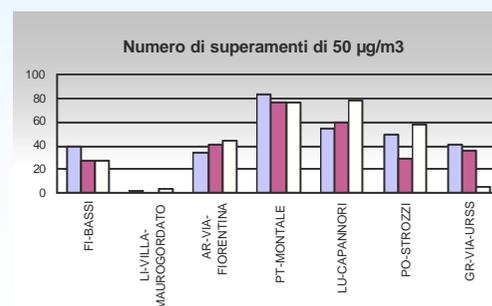
2. Il ring-test interlaboratorio

3. Il confronto dati tra PATos ed analizzatori automatici



Criteri di selezione dei siti di campionamento

- ❑ Presenza di stazioni di monitoraggio di reti pubbliche
- ❑ Diversificazione dei siti secondo:
 - a) rappresentatività di zone
 - b) distribuzione geografica
 - c) dati pregressi



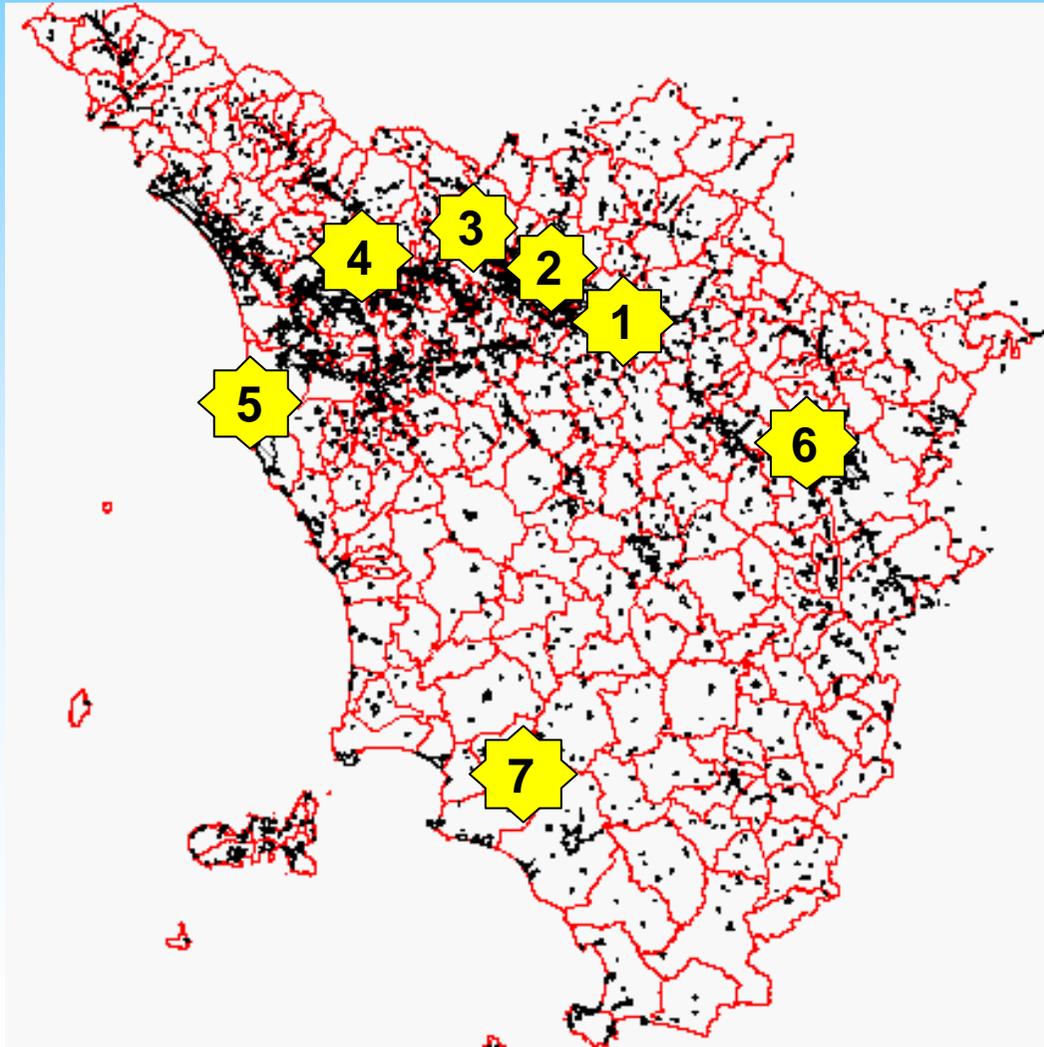
Criteria di selezione dei siti di campionamento

a) rappresentatività di zone

Area risanamento (classificazione regionale)	<u>Tipo di stazione</u>	Localizzazione
FI-PO-PT	Urbana fondo	1 - FI Bassi
	Urbana traffico	2 - PO Strozzi
	Rurale fondo	3 - PT Montale
PIANA LUCCHESE	Urbana fondo	4 - LU Capannori
LI-PI-Cuoio	Periferica fondo	5 - LI Maurogordato
comunale	Urbana traffico	6 - AR Fiorentina
	Urbana fondo	7 - GR Urss

Criteri di selezione dei siti di campionamento

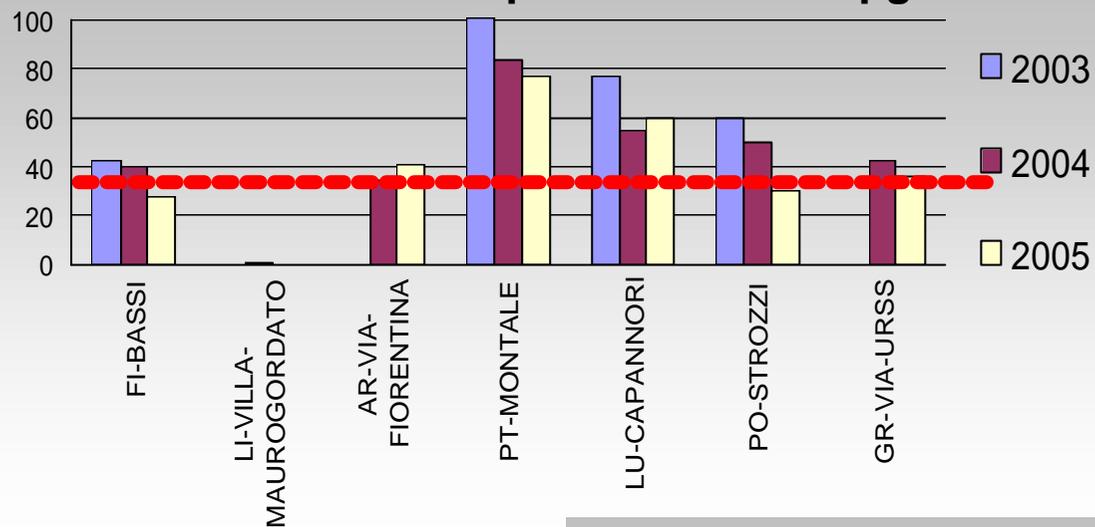
b) distribuzione geografica



1. *FIRENZE*
2. *PRATO*
3. *MONTALE (PT)*
4. *CAPANNORI (LU)*
5. *LIVORNO*
6. *AREZZO*
7. *GROSSETO*

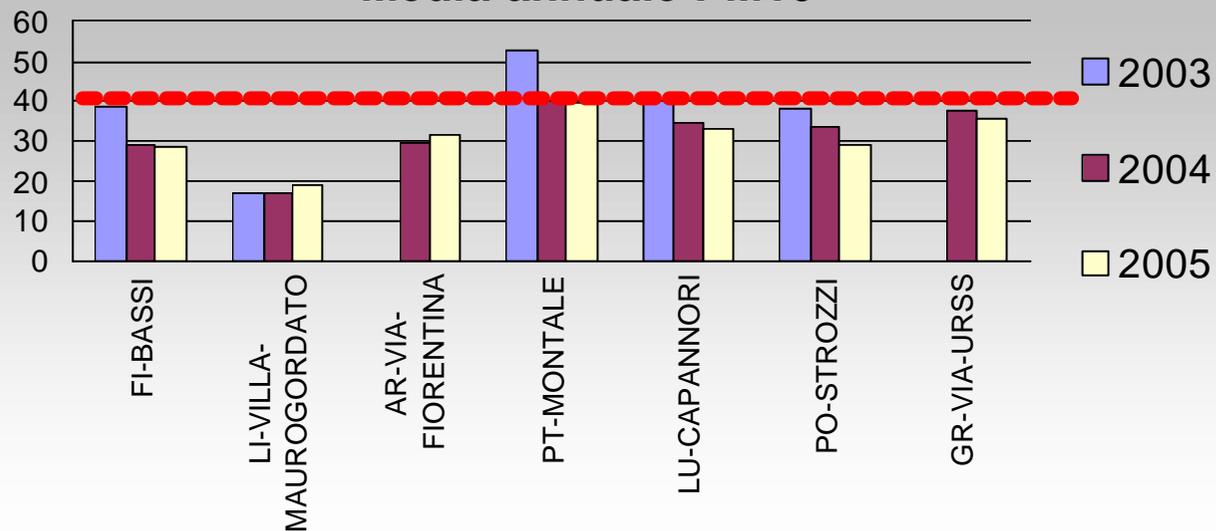
Criteri di selezione dei siti di campionamento

PM10 - Numero superamenti di 50 µg/m3



c) dati pregressi

Media annuale PM10



Strategia di campionamento

- ❑ **Copertura di un intero anno nel periodo 8 settembre 2005 – 4 ottobre 2006**
- ❑ **15 giorni/mese per PM10**
- ❑ **Distribuzione omogenea per altri parametri**



Strumentazione impiegata dall'Università di Firenze per il campionamento PM₁₀ e PM_{2,5}

CAMPIONATORE PM

HYDRA Dual Sampler (FAI Instruments - Roma)



CAMPIONATORE BICANALE DI PARTICOLATO

PRINCIPALI CARATTERISTICHE:

1. certificazione di equivalenza
2. presenza di due linee indipendenti
3. grande flessibilità (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, membrane 47 mm teflon, quarzo, altro)
4. presenza di cabinet climatizzato
5. refrigerazione dei campioni a 4°C
6. monitoraggio e memorizzazione "on line" di tutti i parametri di campionamento
7. segnalazioni diagnostiche di anomalia
8. gestione strumentale remota via Modem/GSM

Strumentazione - 2

CONTAPARTICELLE

OPC MULTICANALE (FAI Instruments - Roma)



PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEL PM > 0,3 μm IN CLASSI DIMENSIONALI CONTIGUE.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE:

- 1. Portata operativa: 28.3 l/min**
- 2. Accuratezza controllo portata $\pm 5\%$**
- 3. Ciclo di lettura in continuo**
- 4. Risoluzione dimensionale 0.05 μm**
- 5. Stima in tempo reale della concentrazione in massa del PMx**

Strumentazione - 3

CAMPIONATORE /RILEVATORE RADIOATTIVITÀ NATURALE PBL Mixing Monitor (FAI Instruments - Roma)



PER LA MISURA DELLA RADIOATTIVITA'
GENERATA DALLA PROGENIE DEL RADON
proxy del potenziale di diluizione dello strato
limite planetario (Planetary Boundary Layer)

PRINCIPALI CARATTERISTICHE:

1. Campionamento di PM su membrane 47 mm
2. Misura Geiger della radioattività
3. Portata selezionabile da 0.8 a 2.5 m³/h
4. monitoraggio e memorizzazione "on line" di tutti i parametri di campionamento
5. segnalazioni diagnostiche di anomalia
6. gestione strumentale remota via Modem/GSM

Strumentazione - 4

CAMPIONATORE MULTISTADIO

Andersen Eight Stage Non-Viable Impactor



FRAZIONAMENTO DEL PM in 8 stadi fra 0.4 and 10 μm .

Stage 0: 9.0 - 10.0 microns

Stage 1: 5.8 - 9.0 microns

Stage 2: 4.7 - 5.8 microns (pharynx)

Stage 3: 3.3 - 4.7 microns (trachea & primary bronchi)

Stage 4: 2.1 - 3.3 microns (secondary bronchi)

Stage 5: 1.1 - 2.1 microns (terminal bronchi)

Stage 6: 0.7 - 1.1 microns (alveoli)

Stage 7: 0.4 - 0.7 microns (alveoli)

Portata campionamento 28,3 l/min

Raccolta PM su membrane di policarbonato

Determinazioni effettuate a cura di:

Università di Firenze

- Dipartimento di Chimica
- INFN – Dipartimento di Fisica

Università di Pisa

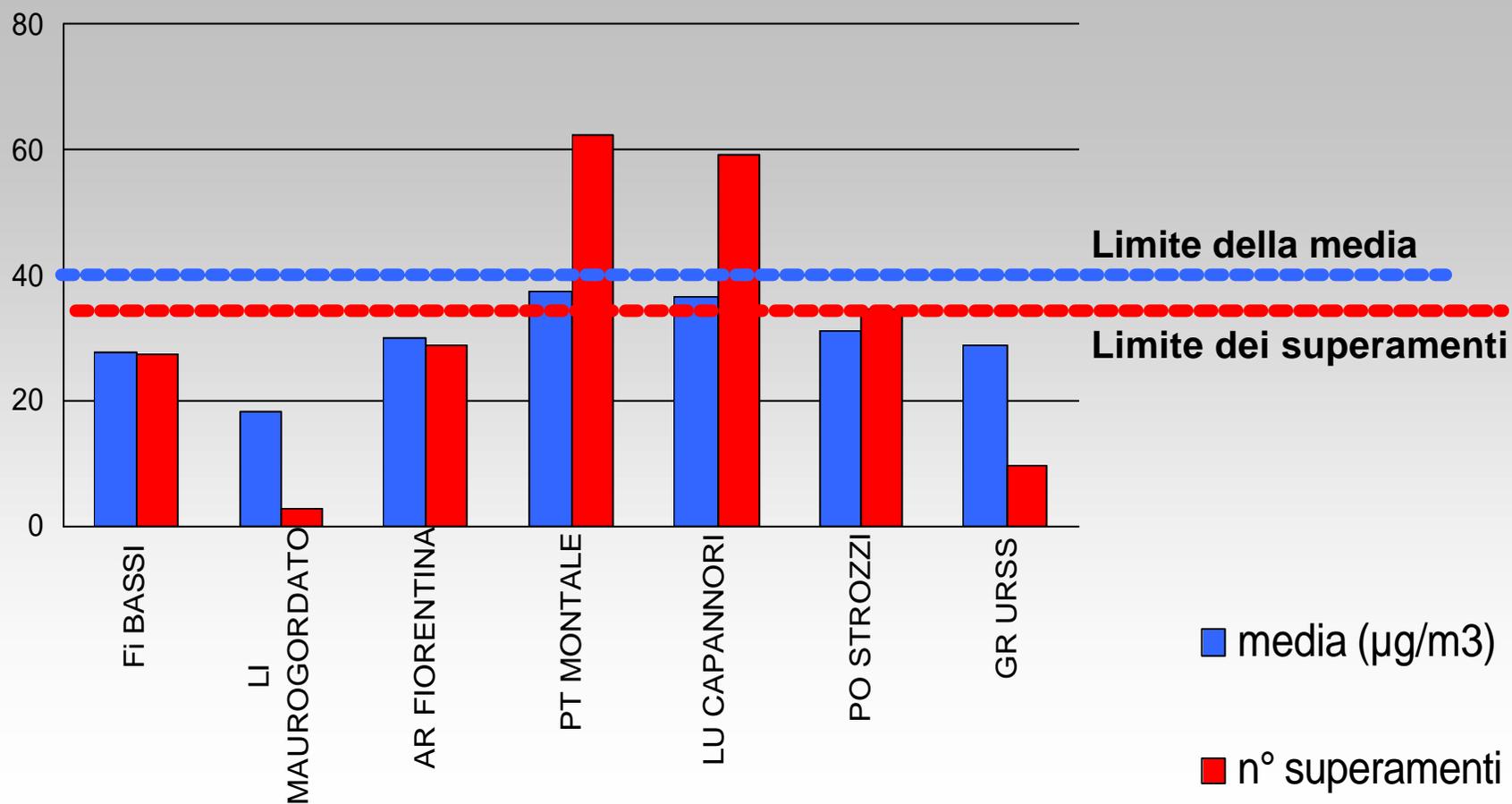
- Facoltà di Ingegneria

- PM₁₀ (in parallelo su filtri di teflon e quarzo)
- PM_{2.5} (in parallelo su filtri di teflon e quarzo)
- SEM (microscopia elettronica in scansione) (su filtri di policarbonato)
- Isotopi Carbonio e Zolfo (su filtri di quarzo)
- Frazionamento del particolato in classi 8 classi dimensionali da 0,3 a 10 µm (su filtri di policarbonato)

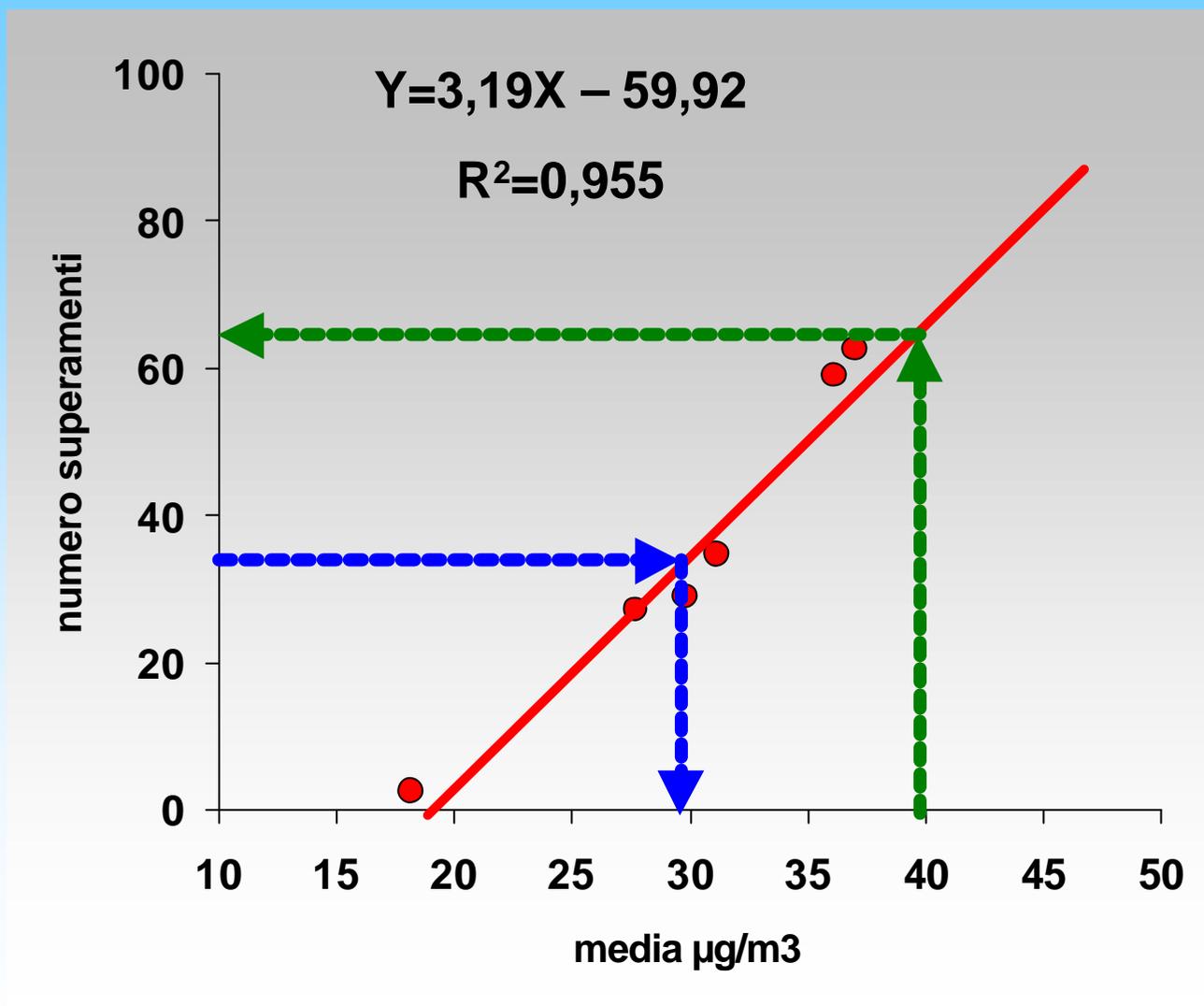
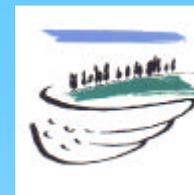
Quantità campioni per tipo di indagine e per sito (a cura di UniFi e UniPi)

	FI	PO	PT	LU	LI	AR	GR	Totale
PM10	181	140	87	201	166	163	181	1119
PM2.5	167							167
Distribuzione dimensionale		1	1	1	1		1	5
SEM	14	8		12	8	16	14	72
ISOTOPI C e S	14	7		12	18	14	6	71

PM10: medie e numero di superamenti rilevati dagli analizzatori automatici delle reti nel periodo 8 settembre 2005 – 4 ottobre 2006



PM10: correlazione media - superamenti



RING-TEST (circuito interlaboratorio) - INTRODUZIONE

La metodologia di campionamento e misurazione del PM10 utilizzata nel progetto PATos è quella ufficiale, riportata nel DM 60/2002 che recita:

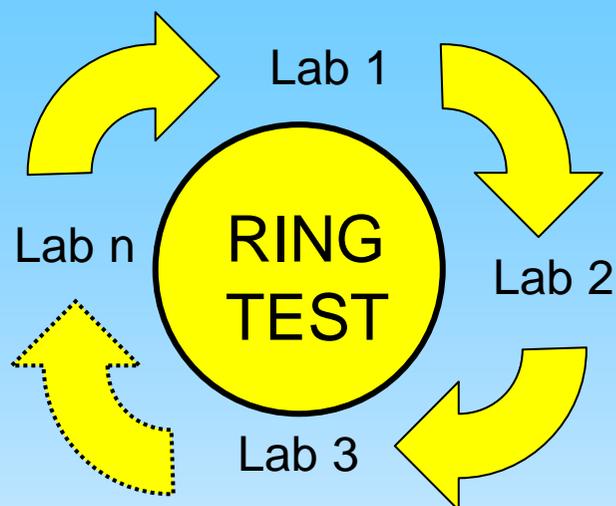
“il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 ... si basa sulla raccolta su un filtro del PM10 e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica (pesata)”



Queste determinazioni di massa (pesate) sono state effettuate presso più laboratori: era quindi essenziale poter avere una stima:

- dell'omogeneità delle pesate effettuate con bilance diverse in laboratori diversi**
- dell'influenza del trasporto dei filtri dal luogo di raccolta a quello di pesata ed analisi**

RING-TEST (circuito interlaboratorio) - INTRODUZIONE



A questo scopo è stato realizzato un Ring-Test interlaboratorio, coordinato dal Centro Regionale di Riferimento dell'ARPAT (CRRQA), in cui due serie di 10 filtri, in teflon ed in quarzo, sono state pesate nei laboratori sotto indicati

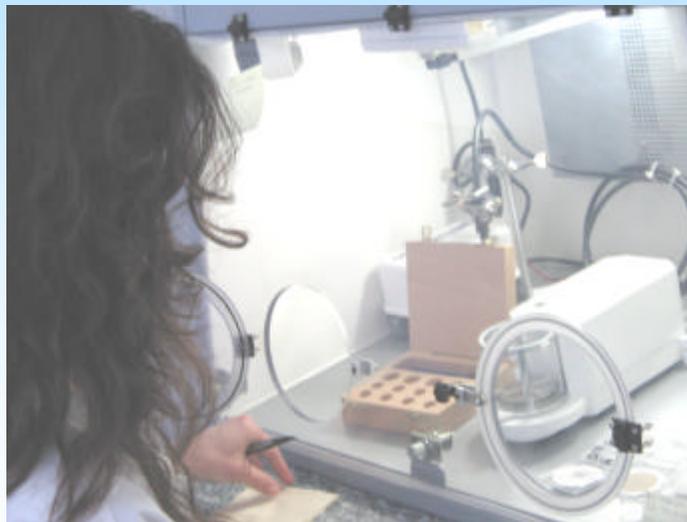
Laboratori partecipanti

- ❑ UniFI – Dipartimento di Chimica
- ❑ INFN e UniFI – Dipartimento di Fisica
- ❑ UniPI – Facoltà di Ingegneria
- ❑ ARPAT – Dipartimento di Firenze
- ❑ ARPAT – CRRQA



RING-TEST - ATTIVITA'

Per valutare l'affidabilità e la correttezza del processo di misura, i filtri sono stati pesati due volte: prima dei campionamenti e dopo i campionamenti, effettuati dal Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze. In questo modo si può valutare l'incertezza interlaboratorio sulla determinazione finale, per differenza, della quantità di polvere presente nei filtri.

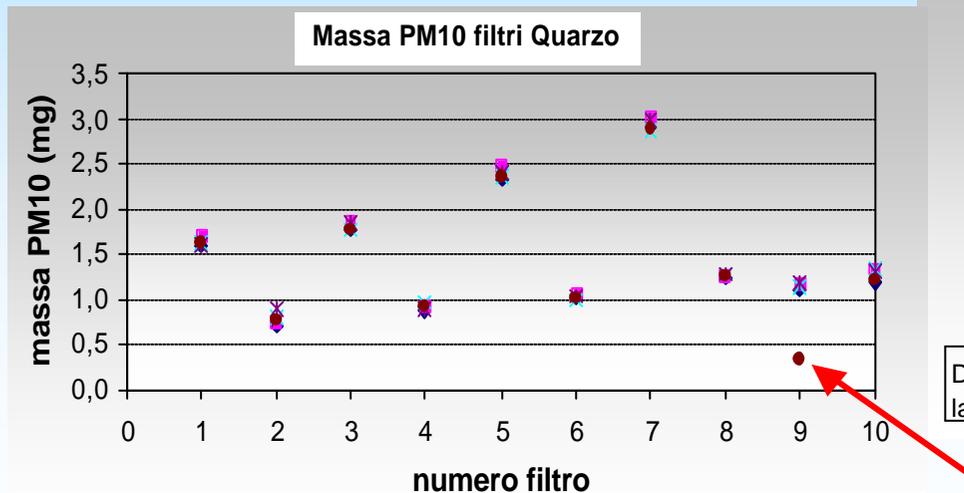


L'architettura del test, che prevede il trasporto dei filtri tra i vari laboratori della Toscana, considera quindi una condizione certamente peggiore delle condizioni usuali di pesata/trasporto e quindi la stima trovata è sicuramente un limite superiore dell'incertezza di misura.

Inoltre, per valutare eventuali anomalie sulle condizioni dei filtri durante gli spostamenti, il laboratorio che ha effettuato la prima pesata dei filtri ha effettuato anche una pesata di controllo alla conclusione della serie.

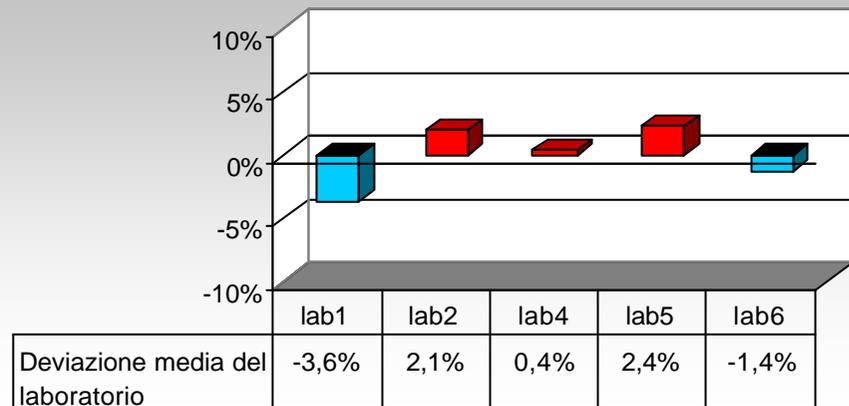
RING-TEST - RISULTATI

1. l'errore complessivo associato alle pesate ed al trasporto ripetuto dei campioni è limitato, contenuto entro il 6%, per entrambi i tipi di filtri utilizzati
2. il trasporto e la manipolazione dei filtri, se condotti in modo tecnicamente corretto, non influenzano apprezzabilmente le pesate, infatti sul pool completo di 20 filtri, pesati in ogni laboratorio ognuno prima e dopo il campionamento è stata messa in evidenza un'unica discrepanza tra la pesata iniziale e quella finale, evidenziando così che il trasporto non è un passaggio critico nel processo



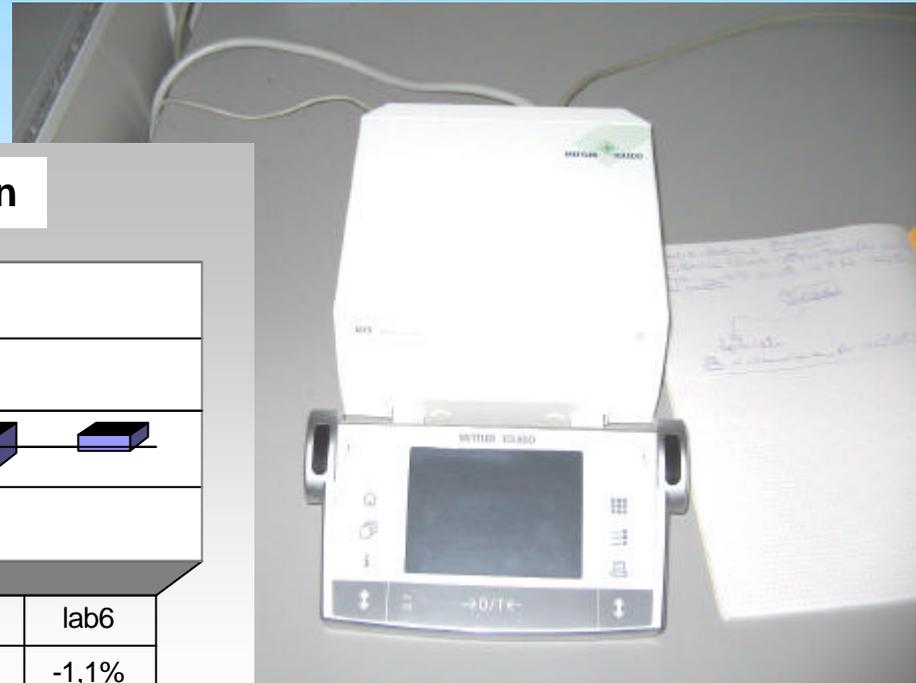
◆ Lab1 ■ Lab2 × Lab4 × Lab5 ● Lab6

Deviazione media filtri di Quarzo

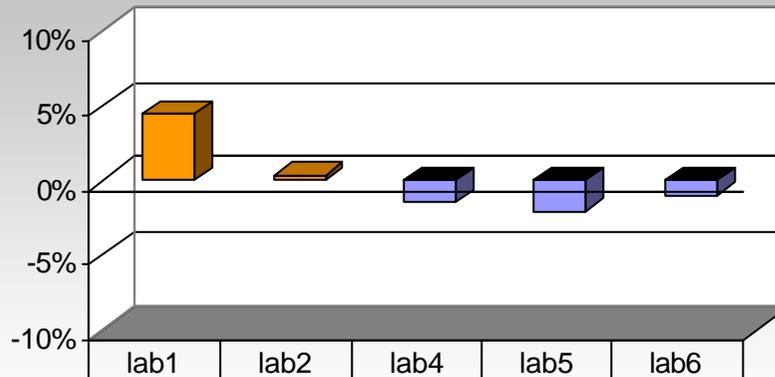


RING-TEST - RISULTATI

3. Per condurre questi studi, possono essere operativamente utilizzate anche bilance analitiche con riproducibilità $\pm 10\mu\text{g}$. Infatti, benché la metodica ufficiale richieda l'impiego di una bilancia analitica con riproducibilità $\pm 1\mu\text{g}$, in realtà si ottengono risultati accettabili anche impiegando bilance analitiche con riproducibilità $\pm 10\mu\text{g}$, bilance di minor costo ed alla portata di molti laboratori



Deviazione media filtri di Teflon



laboratorio	lab1	lab2	lab4	lab5	lab6
Deviazione media del laboratorio	4,4%	0,2%	-1,5%	-2,1%	-1,1%

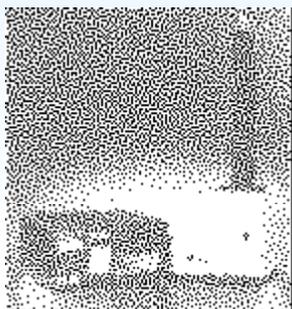
Confronto dati tra PATos ed analizzatori automatici - 1

Per la determinazione della quantità di polveri fini in atmosfera vengono principalmente utilizzati due sistemi:

1. Sistemi completamente automatici (campionatori/analizzatori automatici)
2. Sistemi automatici di campionamento e successiva determinazione analitica della massa di polveri raccolte mediante pesata in laboratorio

Fanno parte del 1° gruppo e sono gli strumenti completamente automatici usualmente impiegati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria:

- le bilance beta, che determinano la quantità di polvere misurando l'attenuazione di un fascio di raggi β da parte del filtro di raccolta;



- gli analizzatori a microbilancia oscillante (tipo TEOM)

Confronto dati tra PATos ed analizzatori automatici - 2

Nel progetto PATos

1. è stato impiegato il metodo di riferimento ufficiale del PM_{10} (DM 60/2002, allegato XI paragrafo 1)
2. la strategia di campionamento ha previsto la copertura temporale di 1 anno solare, con campionamenti di PM_{10} 15 giorni/mese
3. le tipologie di sito scelte per i campionamenti di PATos hanno previsto:
 - la presenza di stazioni di monitoraggio di reti pubbliche
 - una distribuzione geografica diversificata ed una varia rappresentatività di zone



Confronto dati tra PATos ed analizzatori automatici - 3



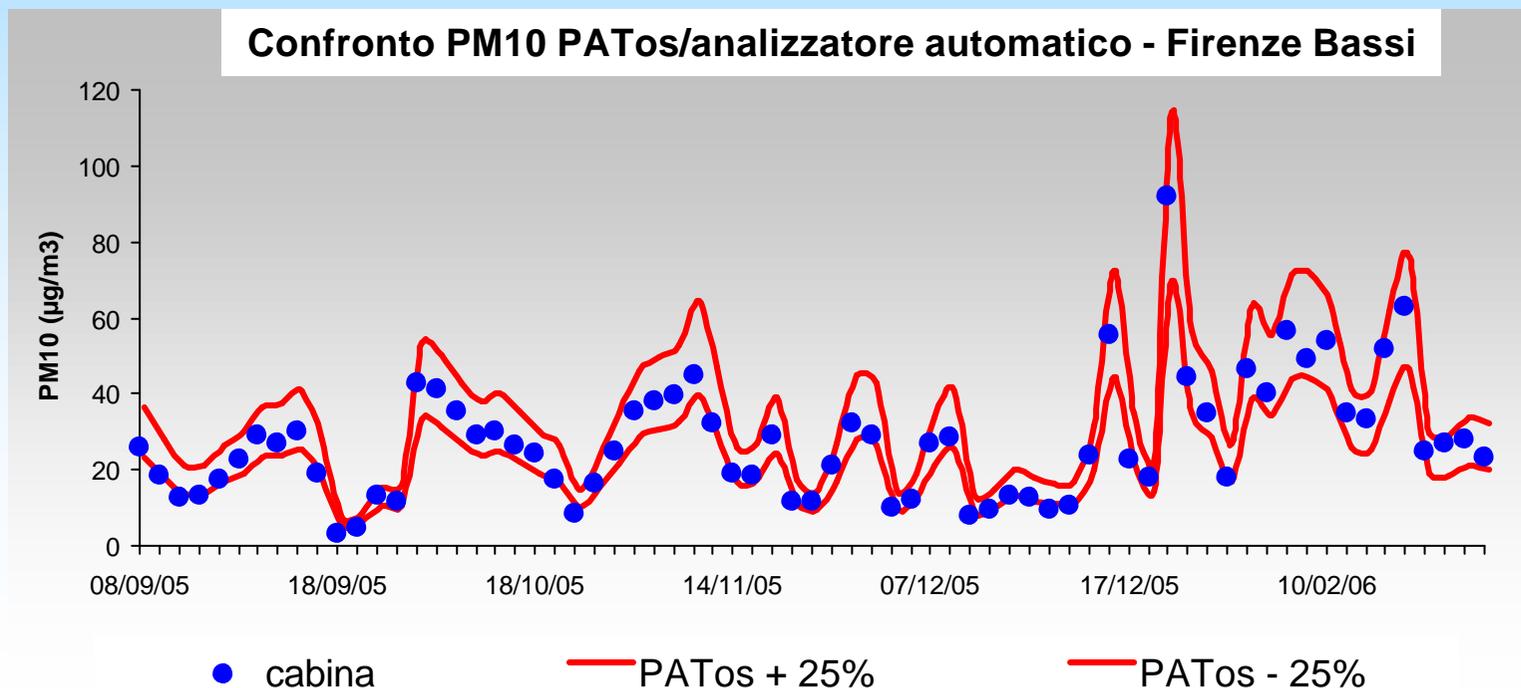
si è ritenuto interessante verificare se e quanto i dati delle concentrazioni di PM_{10} rilevate in PATos con il metodo di riferimento ufficiale fossero congruenti con i dati forniti dagli analizzatori automatici installati nelle stazioni della qualità dell'aria.

Questo in particolare per poter valutare se l'incertezza nella misura del PM_{10} effettuata con gli analizzatori automatici è compresa entro il 25% dal dato del sistema di riferimento, in accordo con il DM 60/2002 allegato X.

Elaborazioni effettuate dal CRRQA ARPAT sui dati di massa rilevati nello studio PATos dai Laboratori dell'Università di Firenze: confronto con analizzatori automatici

Primi risultati

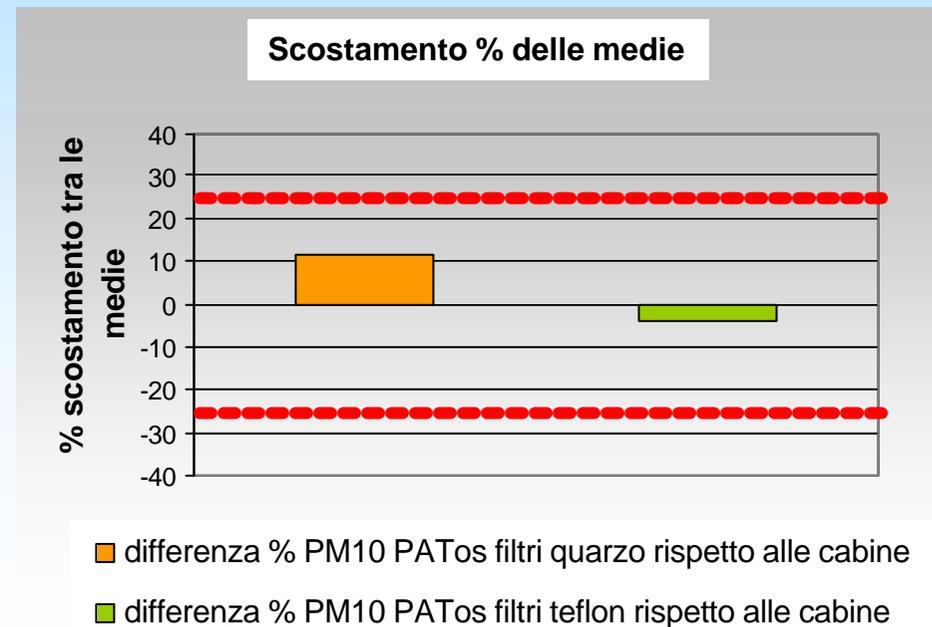
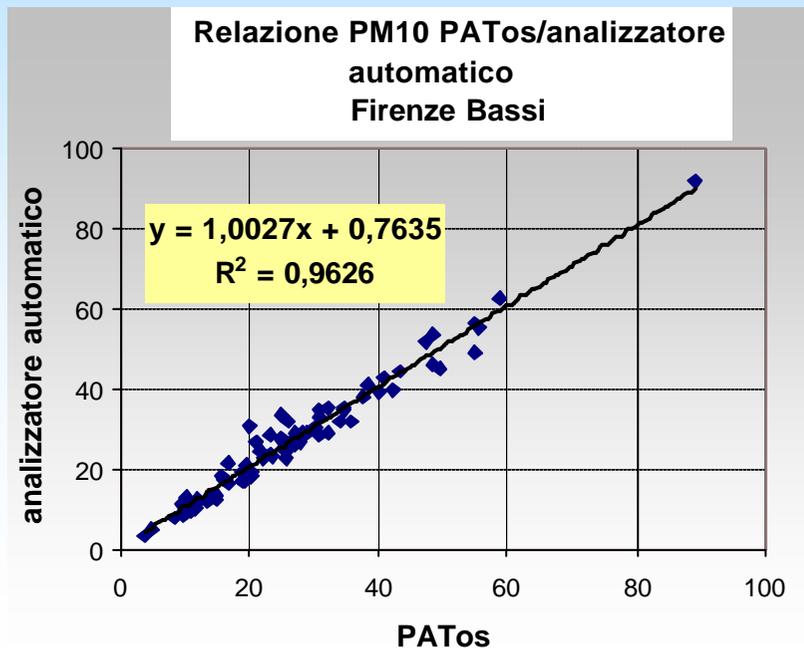
1. **Indicazione di una limitata incertezza associata alle serie di dati:** ottime correlazioni, in particolare nel confronto tra i dati delle masse dei filtri in teflon di PATos e quelli rilevati dagli analizzatori automatici



Elaborazioni effettuate dal CRRQA ARPAT sui dati di massa rilevati nello studio PATos dai Laboratori dell'Università di Firenze: confronto con analizzatori automatici

Primi risultati

2. Anche l'incertezza associata alle medie dei dati degli analizzatori automatici rientra ampiamente entro il 25% dai dati del sistema di riferimento, in accordo con il DM 60/2002 allegato X.



Elaborazioni effettuate dal CRRQA ARPAT sui dati di massa rilevati nello studio PATos dai Laboratori dell'Università di Firenze: confronto con analizzatori automatici



3. Il monitoraggio in continuo del PM10, effettuato con le stazioni fisse della rete di rilevamento regionale della qualità dell'aria, fornisce dati affidabili che rientrano ampiamente nell'intervallo di incertezza ammesso per questo tipo di monitoraggio

4. Un ulteriore incremento dell'affidabilità dei dati verrà dalla prossima sostituzione dei sistemi di campionamento attualmente installati con le teste di prelievo ed i separatori ad impatto descritti nella norma CEN 12341, come previsto nel PRAA e finanziato dalla Regione Toscana



Hanno collaborato alla predisposizione dei siti di campionamento

Tiziana Cecconi

ARPAT Dip. Pistoia

Stefano Fortunato

ARPAT Dip. Livorno

Roberto Fruzzetti

ARPAT Dip. Pisa

Luca Paolinelli

ARPAT Dip. Lucca

Marco Pierezza

ARPAT Dip. Grosseto

Marco Stefanelli

ARPAT Dip. Prato

Guglielmo Tanganelli

ARPAT Dip. Arezzo



Grazie per l'attenzione

Progetto PATOS

La Componente Inorganica del PM10 in Toscana

Composizione ionica Metalli (frazione solubile)

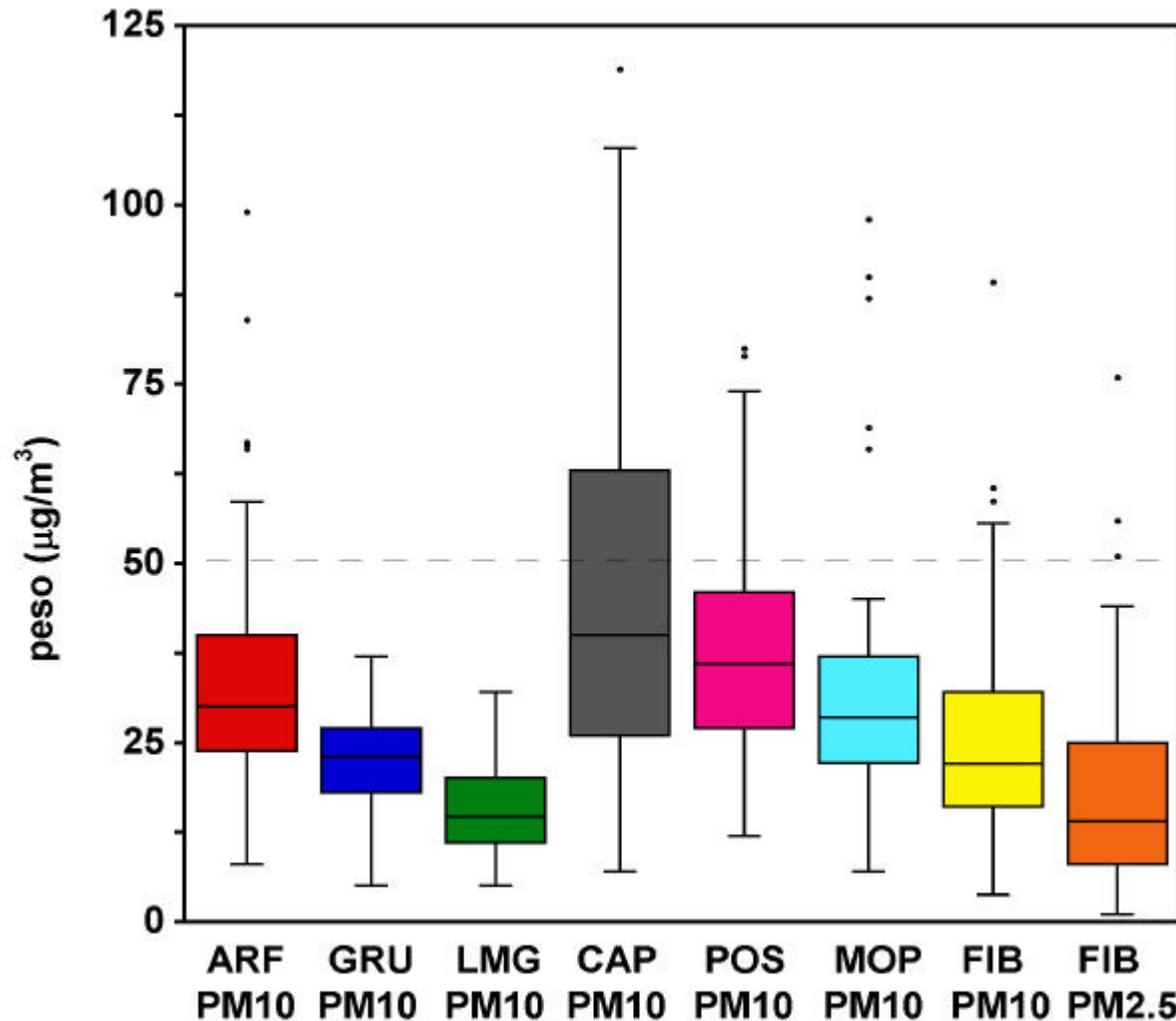
**Roberto Udisti - Dip. Chimica, Univ. Firenze
Regione Toscana - 26 Marzo 2007**

Attività Università di Firenze

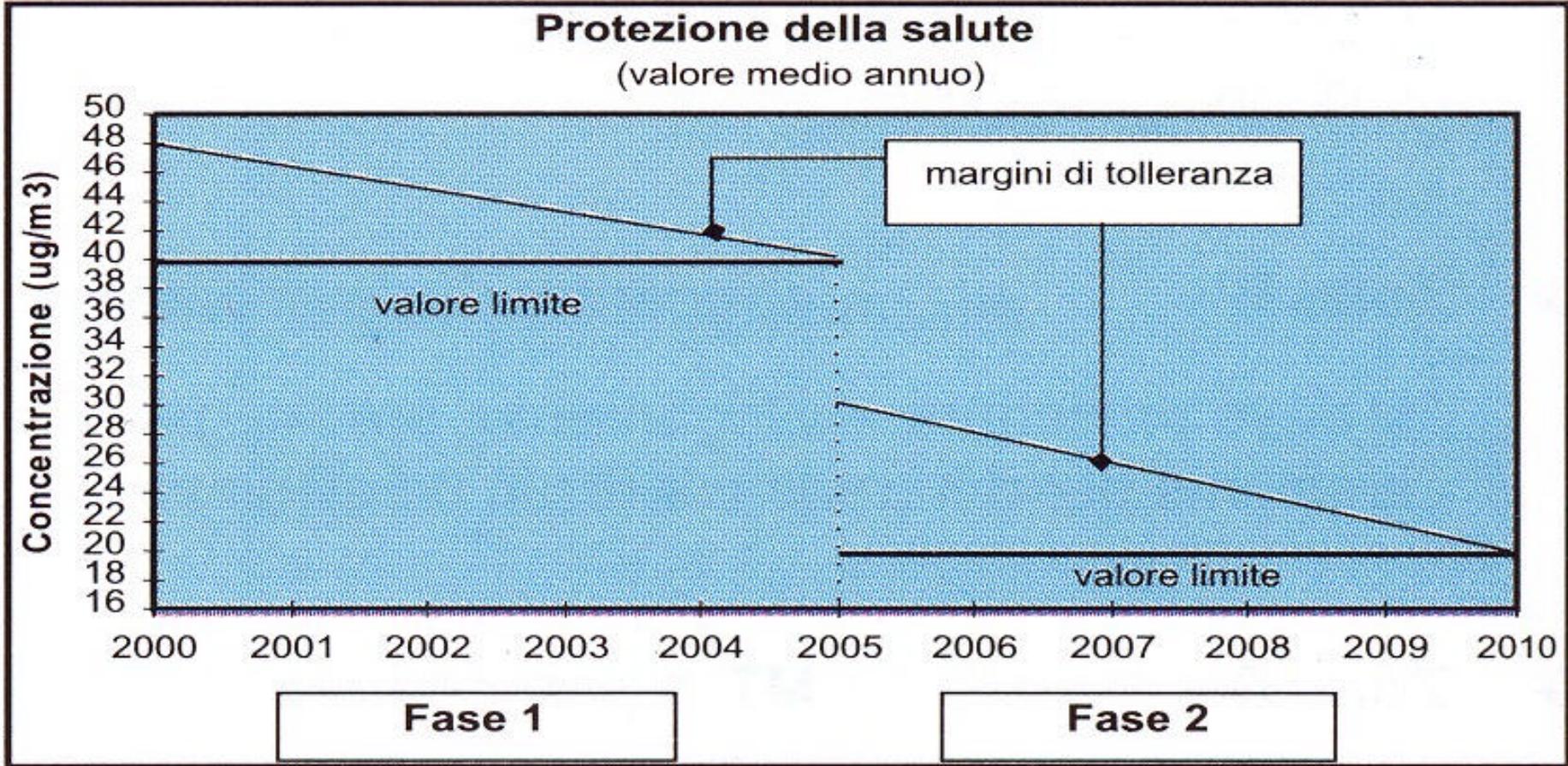
- Installazione e collaudo centraline prelievo
- Turnazione (15 giorni) dei sistemi di prelievo
- Gestione completa dei campionamenti:
Circa 1290 Campionamenti
- Determinazioni gravimetriche (Teflon e Quarzo)
- Prelievo e pesate dei filtri per il Ring-Test
- Conservazione e processamento dei filtri
- Analisi chimiche del particolato atmosferico
Es. ioni e metalli: 30 parametri x 1290 filtri
Circa 40.000 Determ. Analitiche
- Trattamento statistico dei dati

Distribuzione del PM10

Valori medi e variabilità più elevati per i siti più antropizzati (Capannori, Prato, Arezzo)



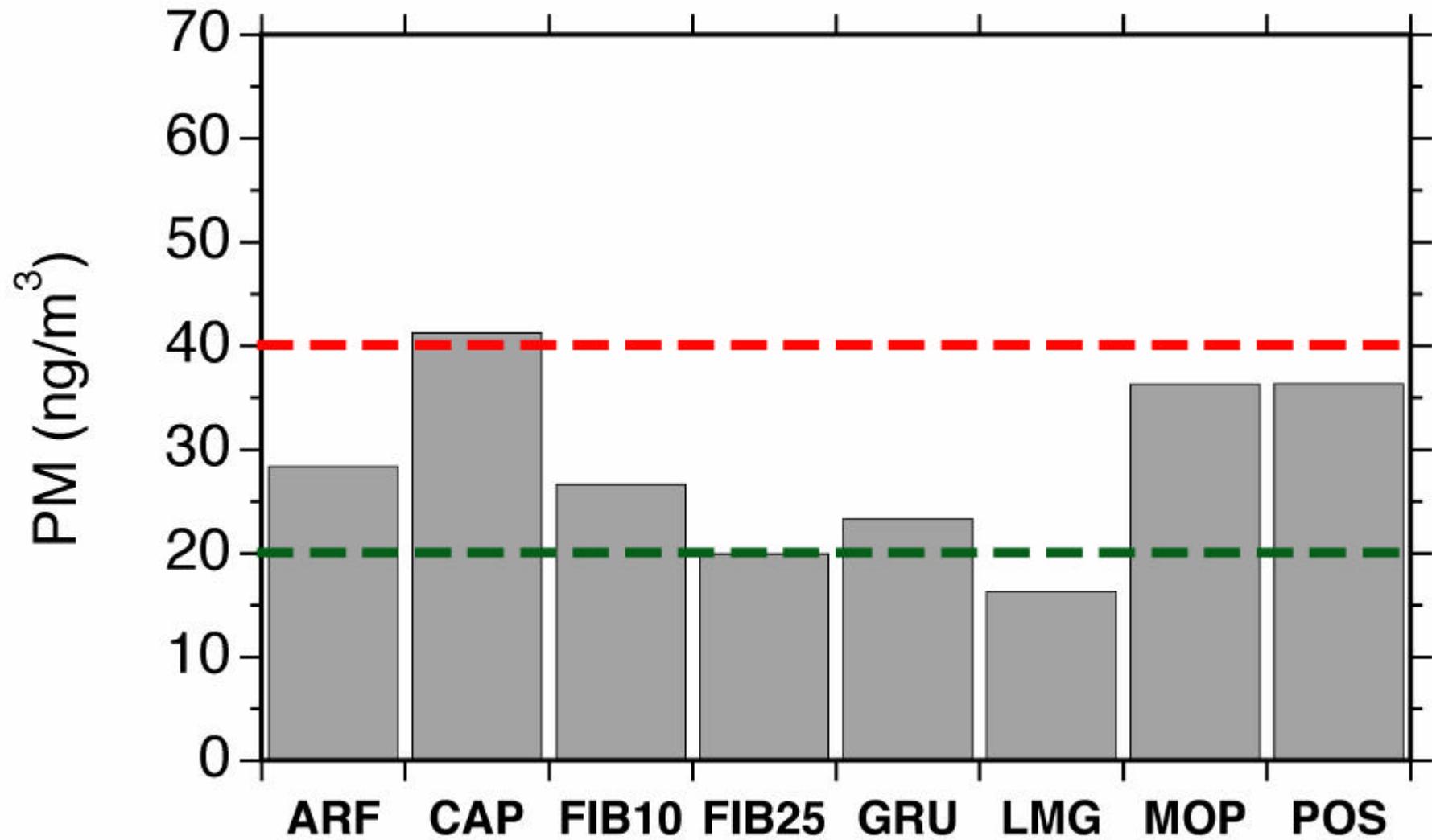
Particelle PM₁₀

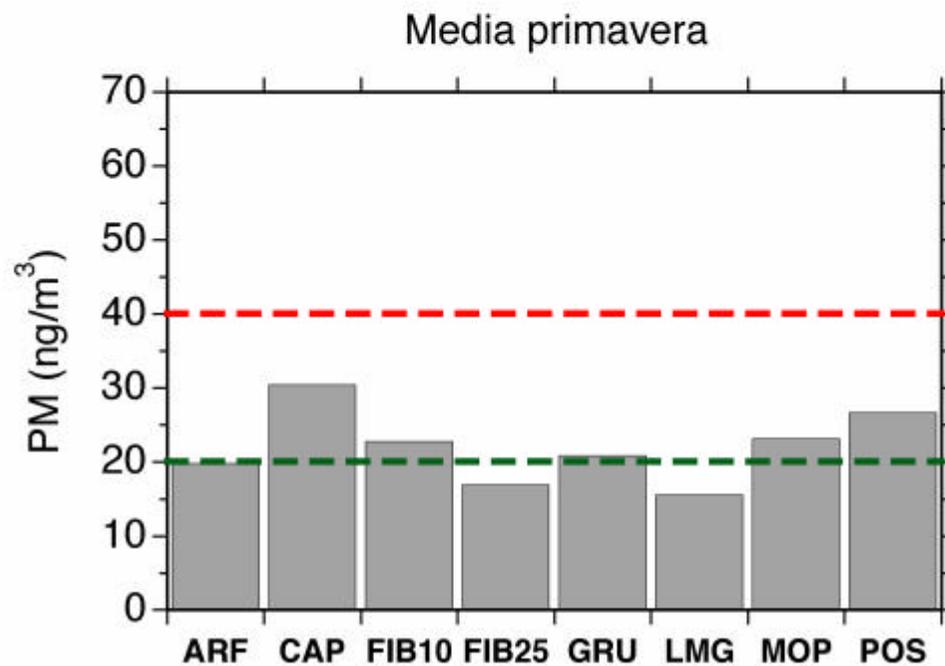
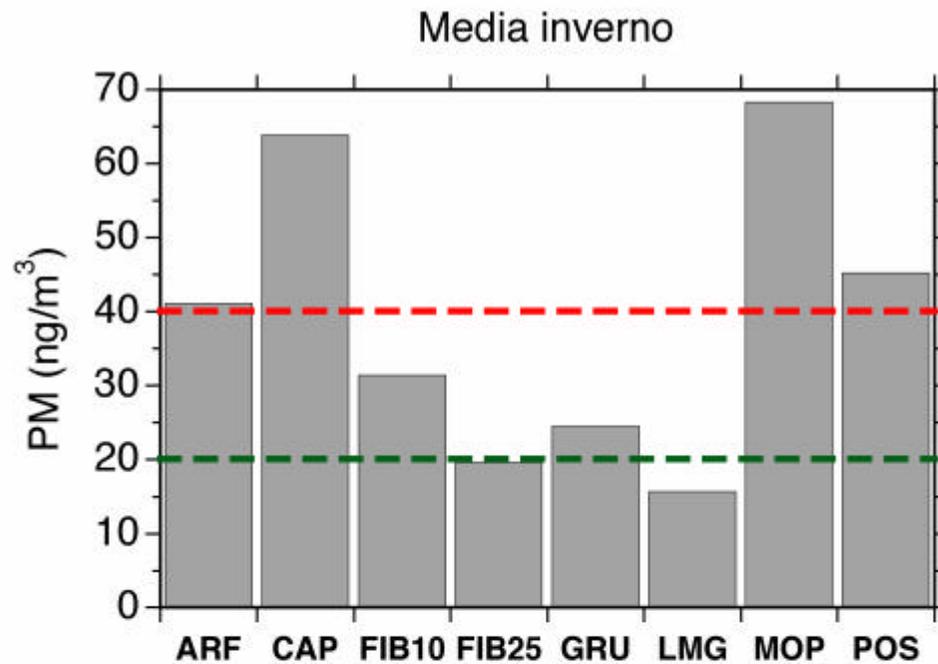


2005
40 ug/m³

2010
20 ug/m³

Media annua





I nverno
(medie piu' elevate)

**Valori medi
generalmente
superiori a
20 ug/m³**

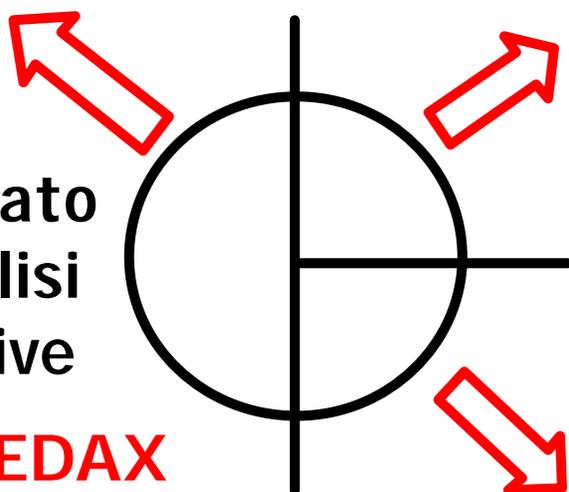
Primavera
(medie piu' basse)

Analisi della frazione solubile

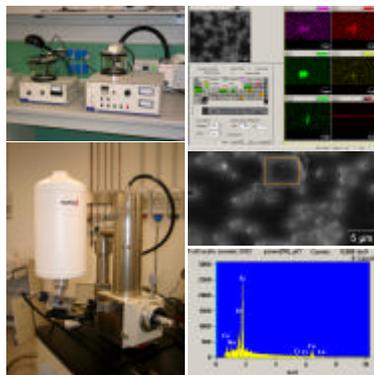
PIXE



Conservato
per analisi
successive



SEM-EDAX



Analisi tossicologiche



**Cromatografia
ionica:**

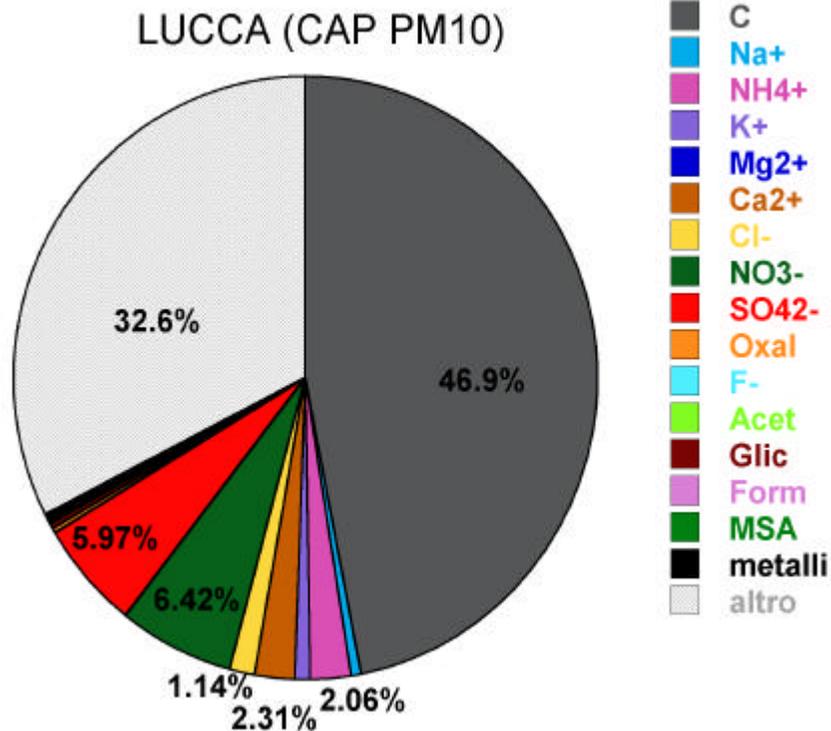
Na, NH₄, K,
Mg, Ca, Cl,
NO₃, SO₄,
MSA, Ac, For,
Gly, Ox



HR-ICP-MS:
Al, Fe, Mn,
Cu, Cd, V, Ni,
Cr, Pb, Mo,
As, Hg, Zn

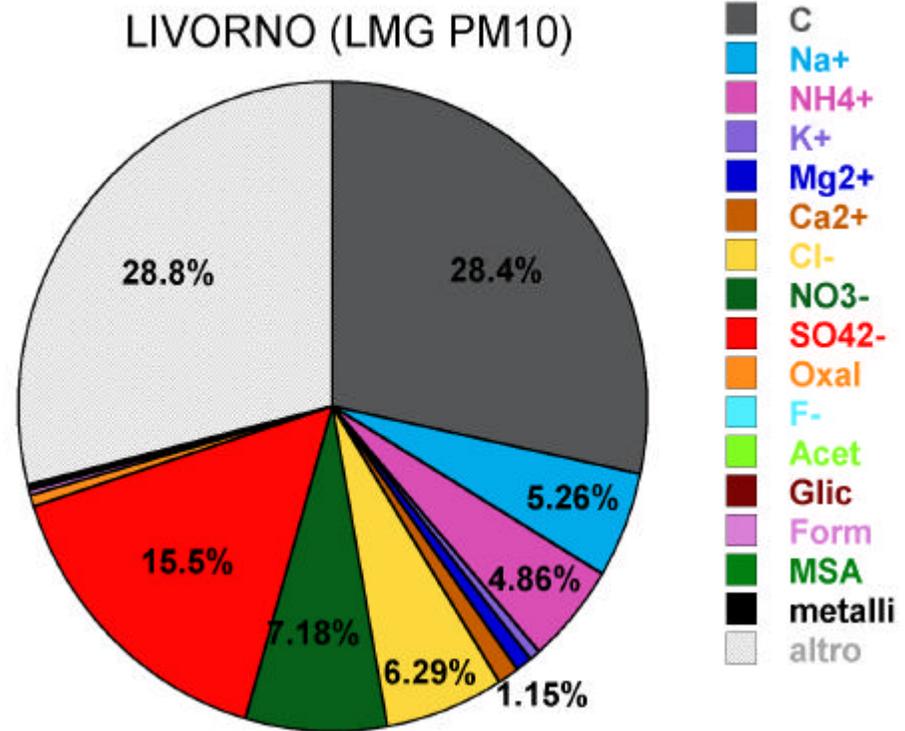
Composizione dell'aerosol

Capannori (LU)



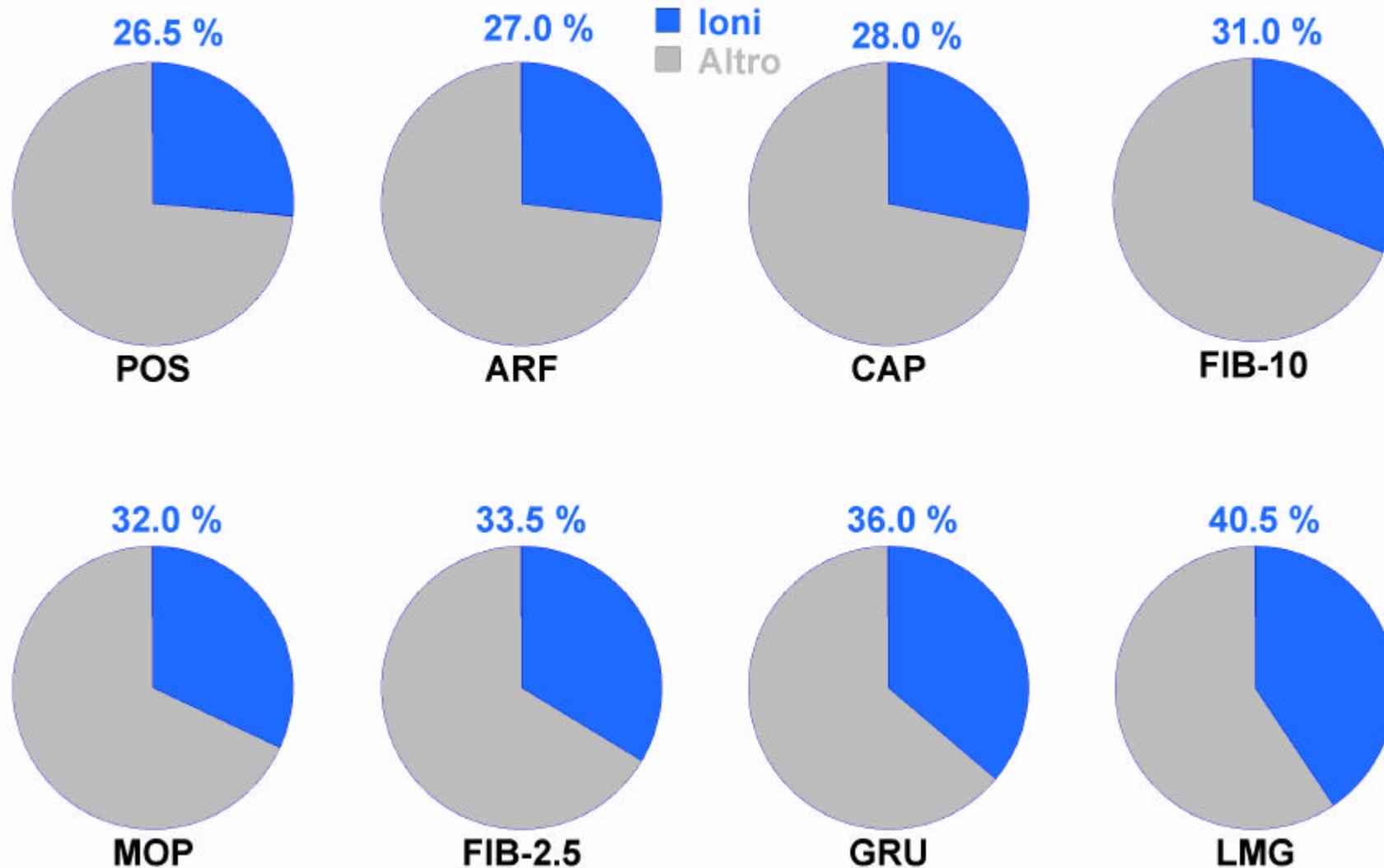
- Carbonio 47%
- Comp. solubili 20%
- Altro 33%

Livorno - MG



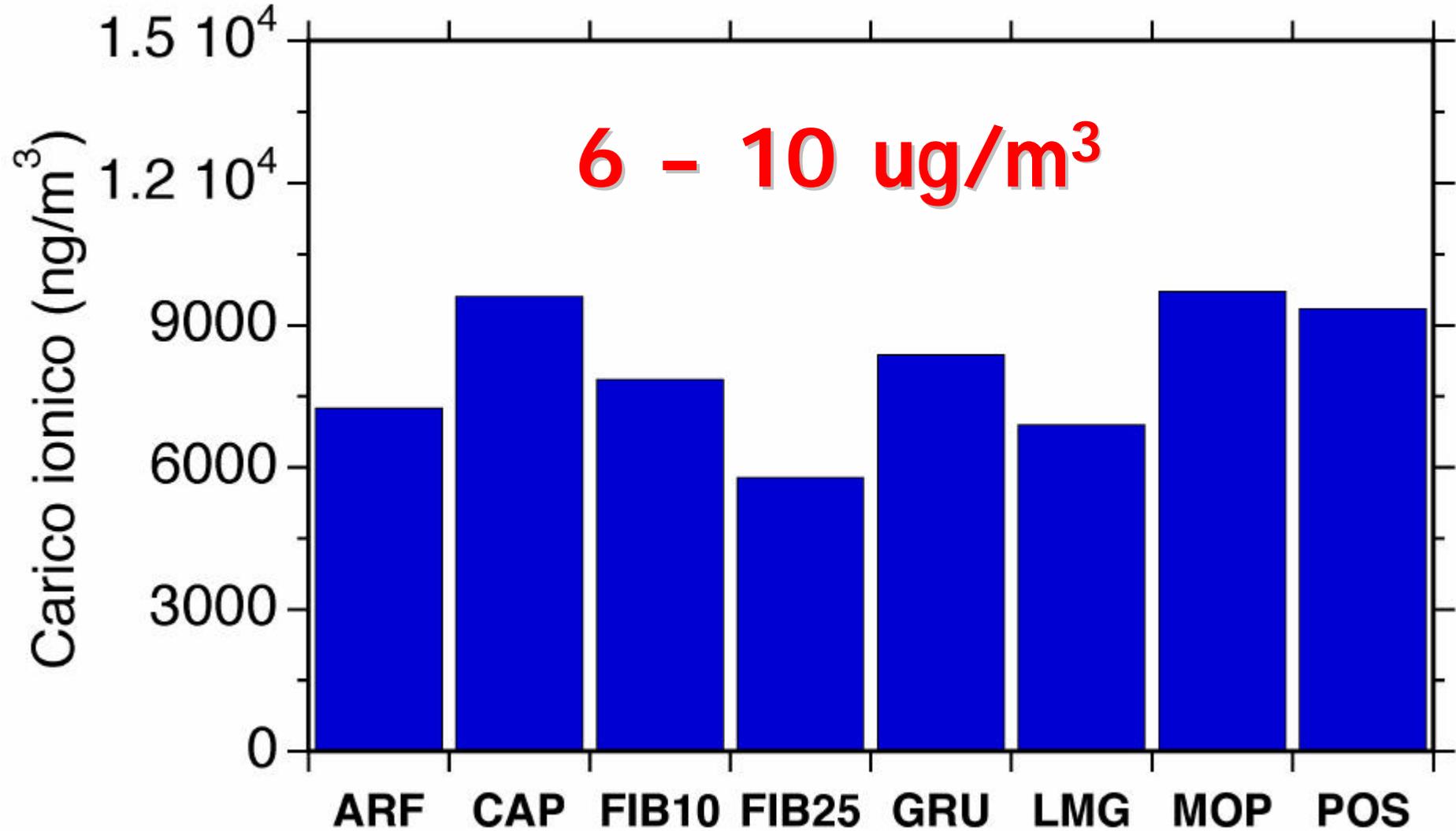
- Carbonio 28%
- Comp. solubili 43%
- Altro 29%

Percentuale ioni su PM10

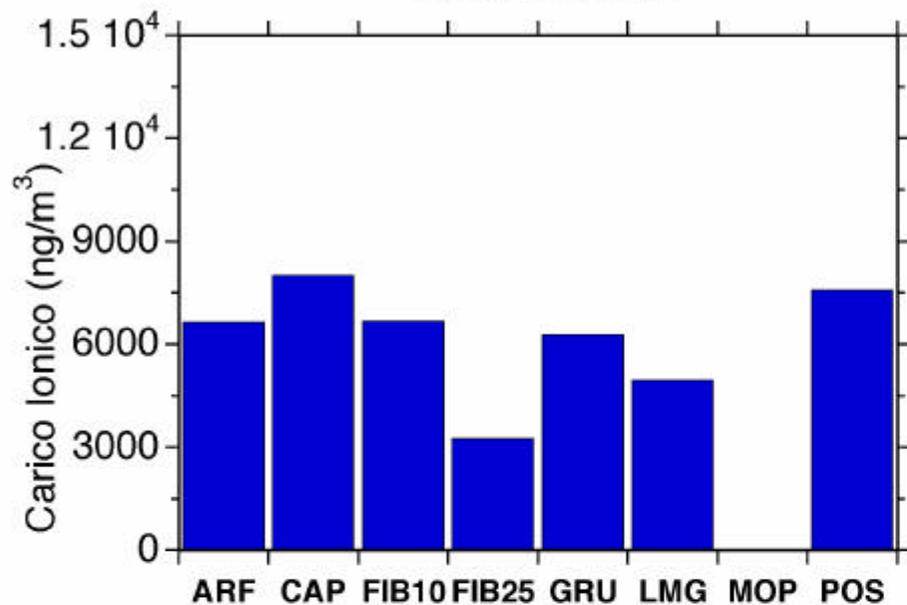


Carico Ionico

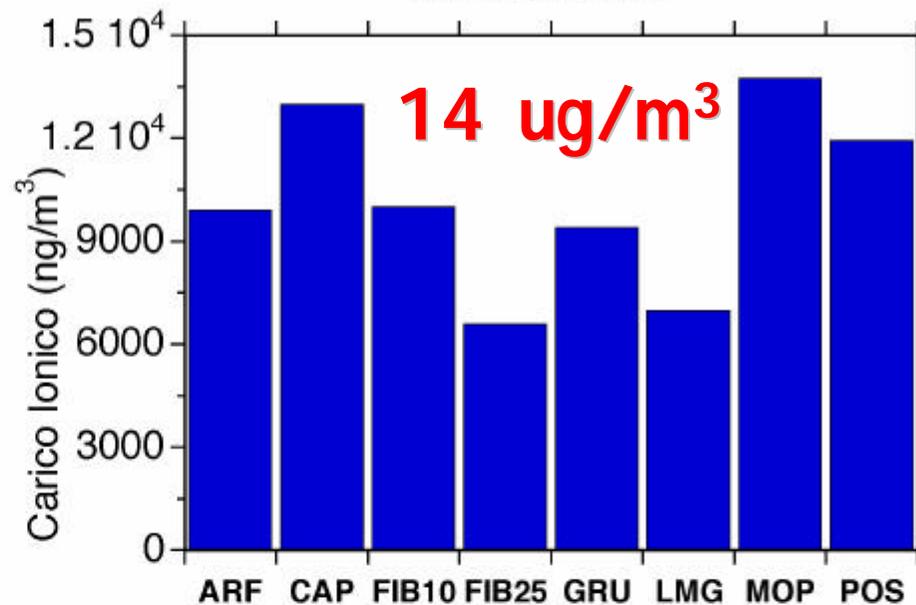
Media annua



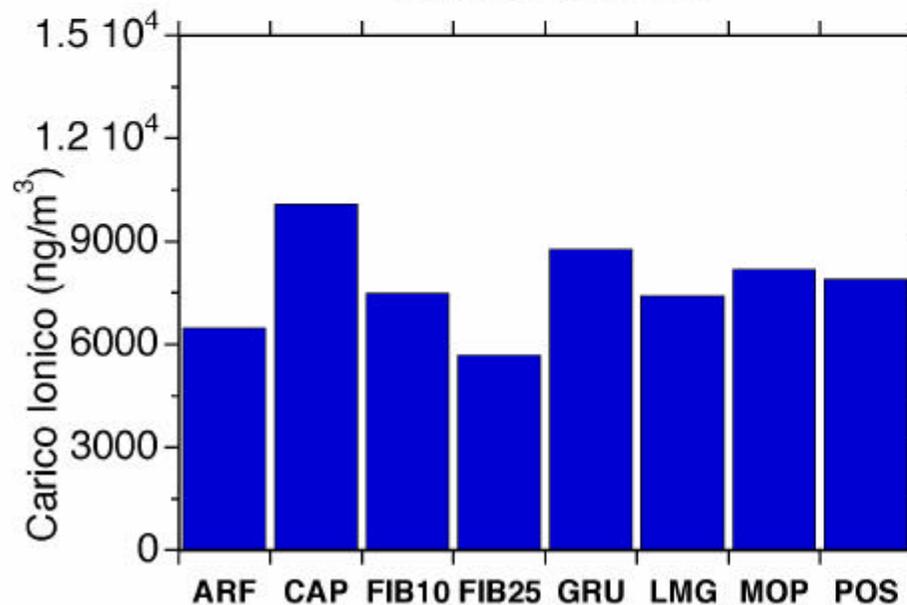
Media autunno



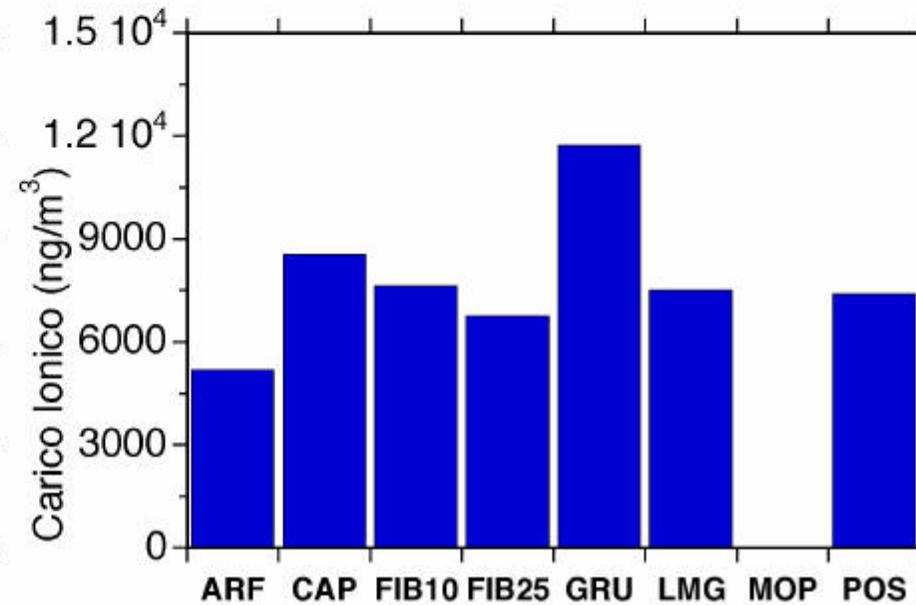
Media inverno

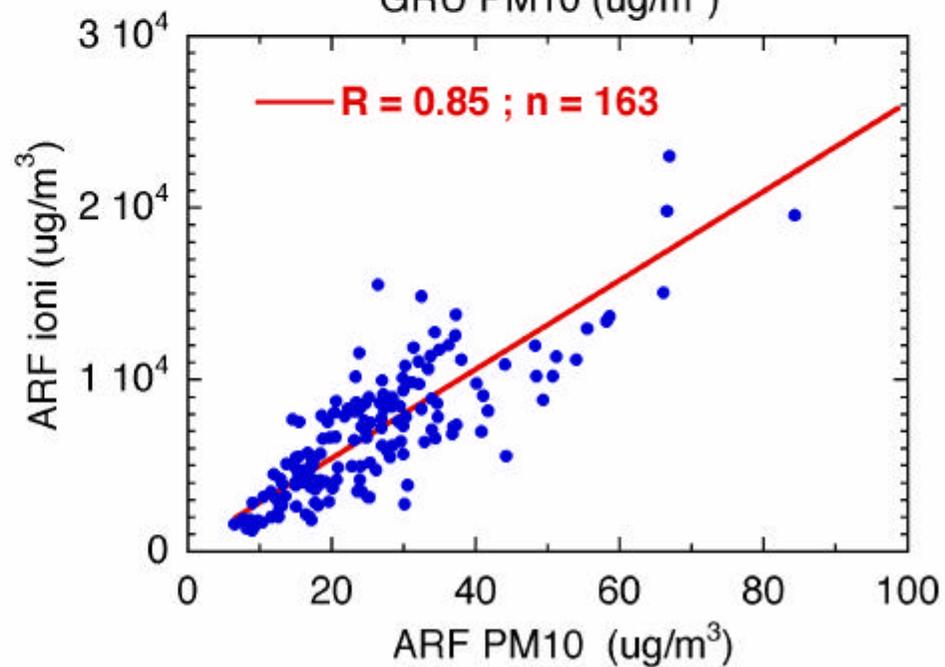
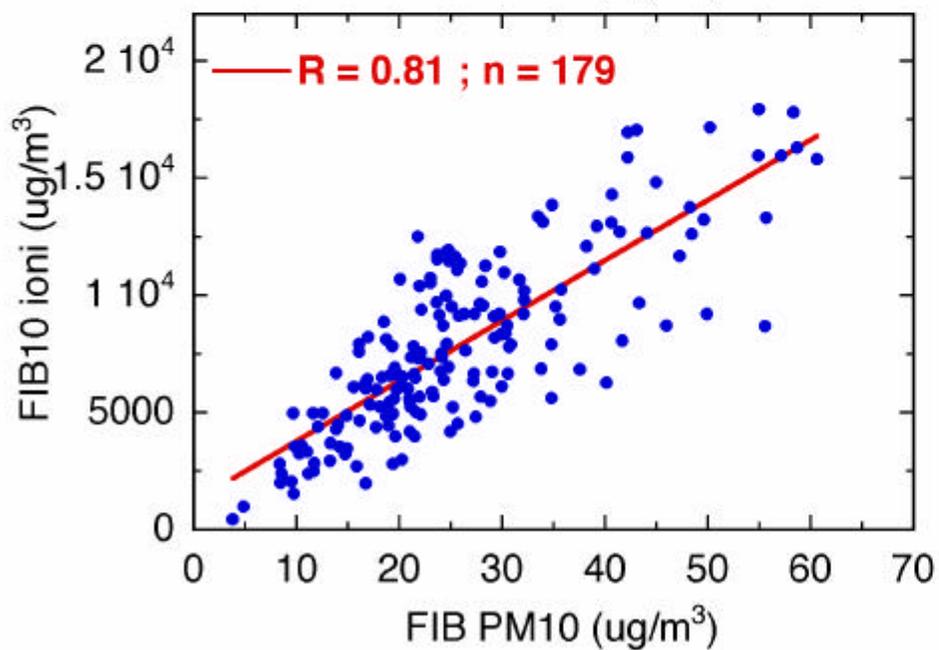
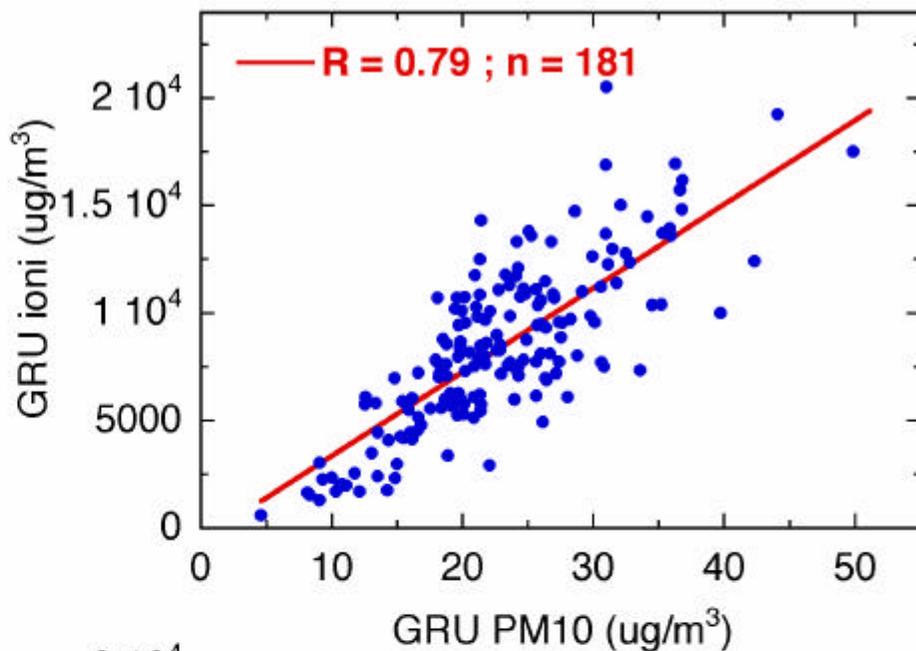
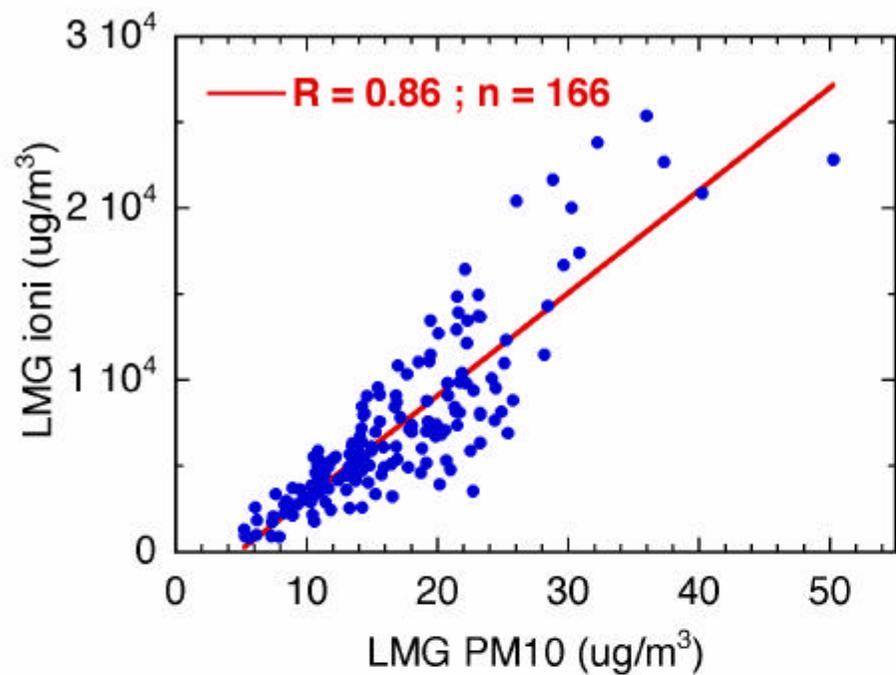


Media primavera

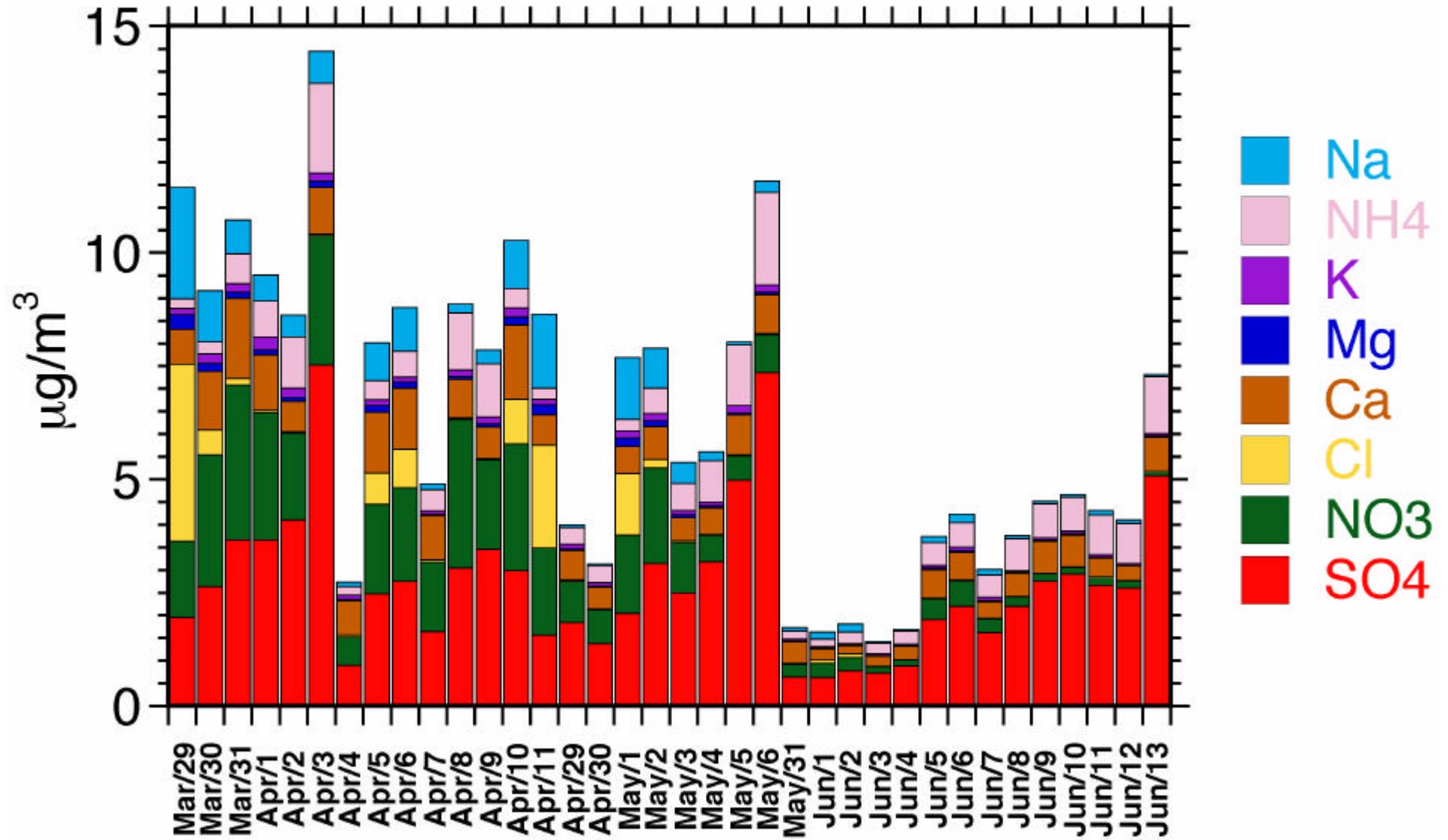


Media estate





Arezzo - PM10 - Primavera



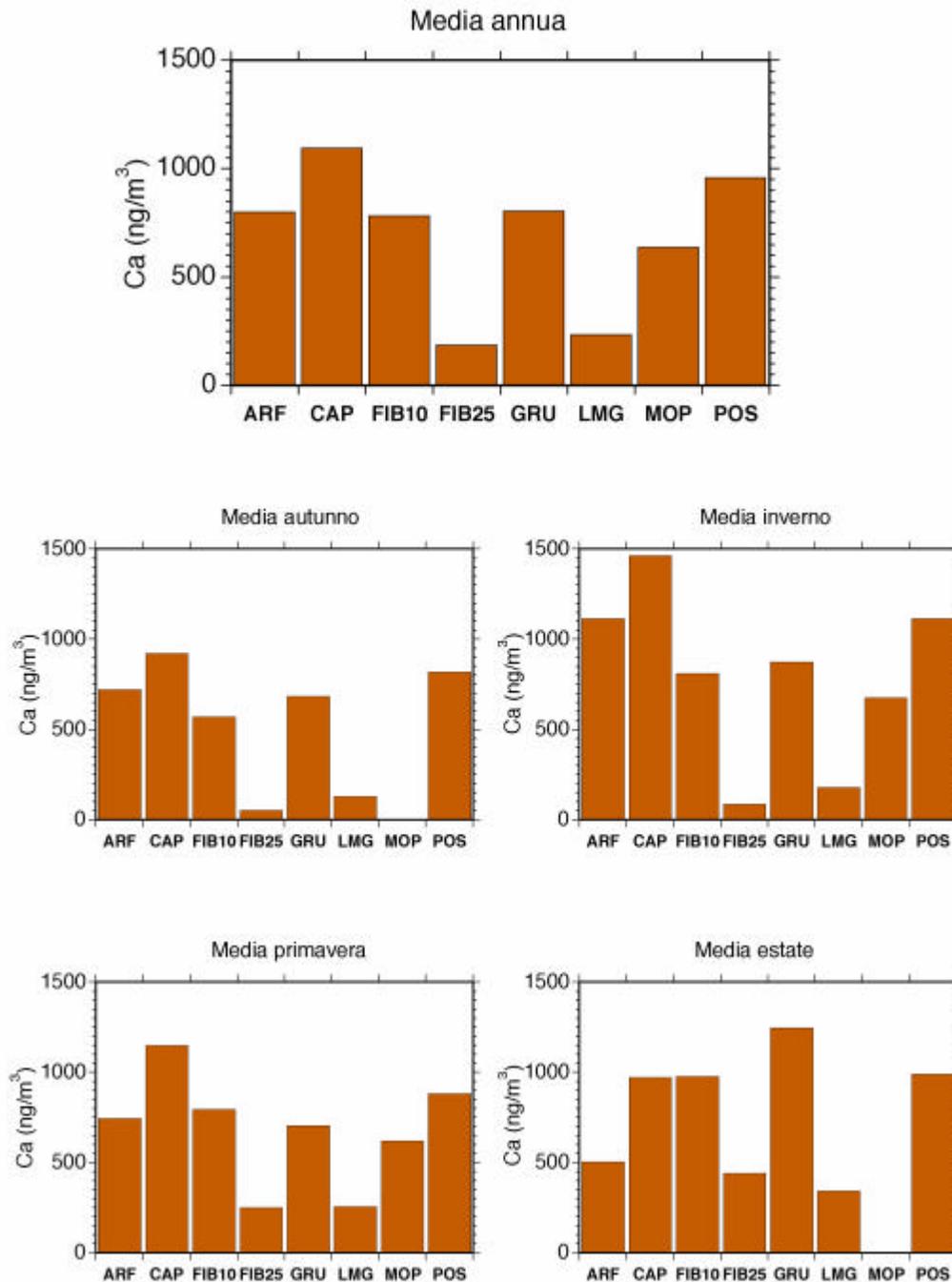
Marker di sorgenti

- **Crostale: Ca^{2+} , Al, (Fe), metalli crostali**
Trasporto polveri sahariane - Risolleamento
- **Spray Marino: Na^+ (e, in parte, Cl^- e Mg^{2+})**
Processi di trasporto dal mare
- **Combustione di biomassa: K, formiati, acetati, glicol.**
Attività antropica - Incendi boschivi
- **Processi di combustione e industriali: Metalli**
Attività antropica
- **Aerosol secondario: NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , C Org**
Attività antropica
- **Attività biogenica marina: MSA (NSSO_4^{2-} e NH_4^+)**
Processi di trasporto dal mare

Ca Marker crostale

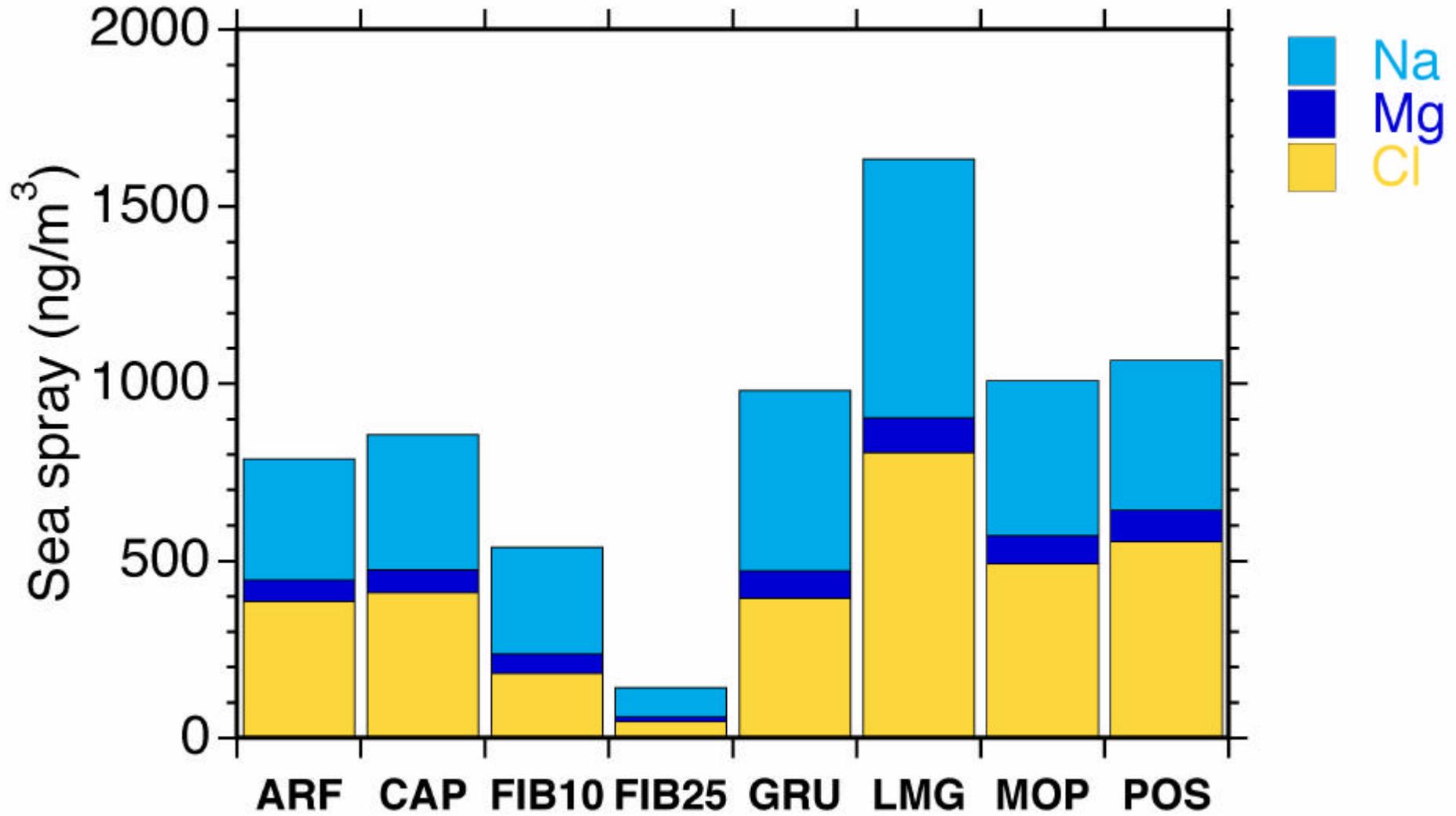
**Ampia
variabilita'
spaziale**

**Limitata
variabilita'
stagionale**



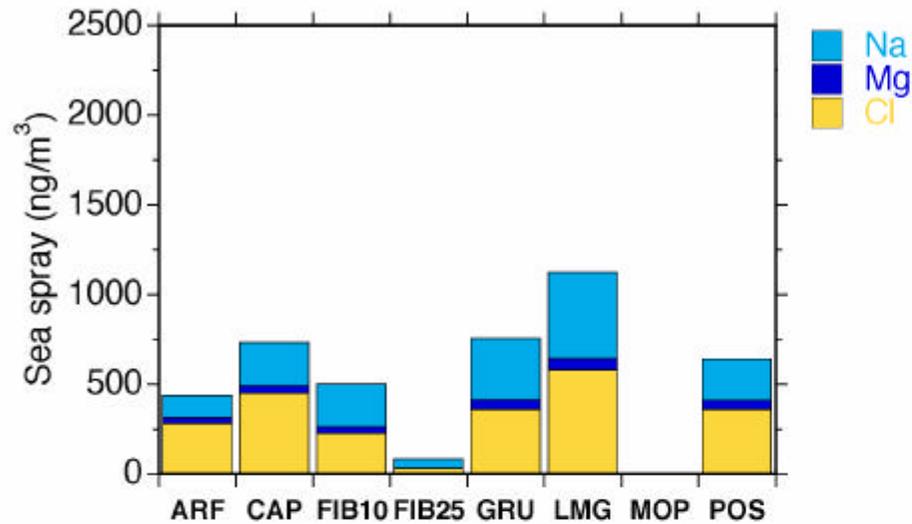
Spray marino - Elevata variabilita' spaziale

Media annua

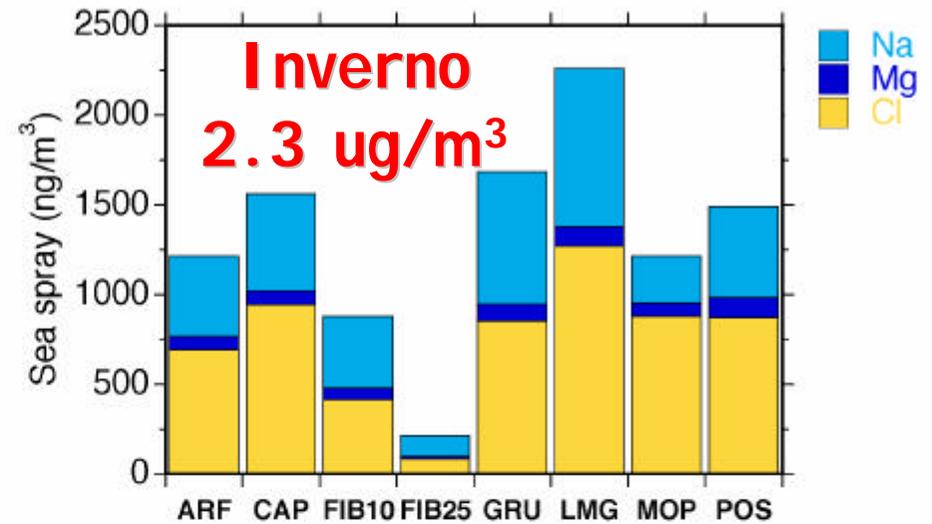


Spray marino - Elevata variabilita' stagionale

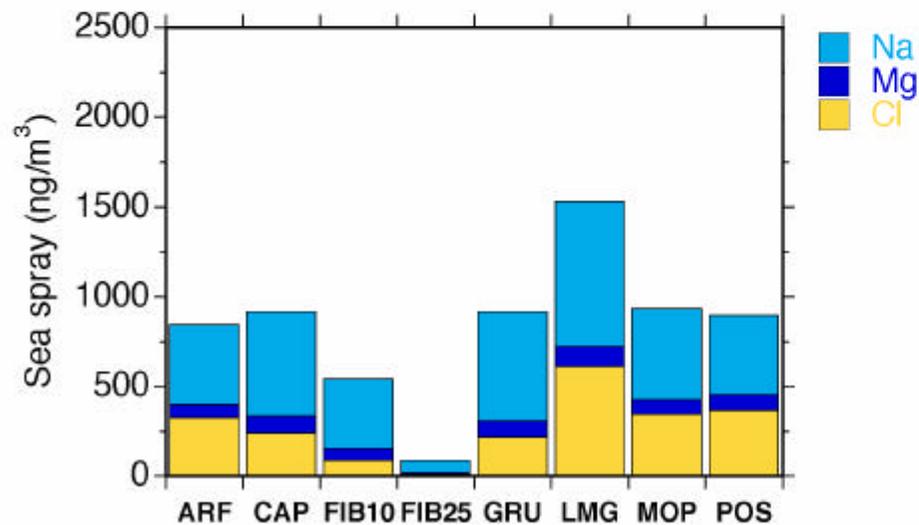
Media autunno



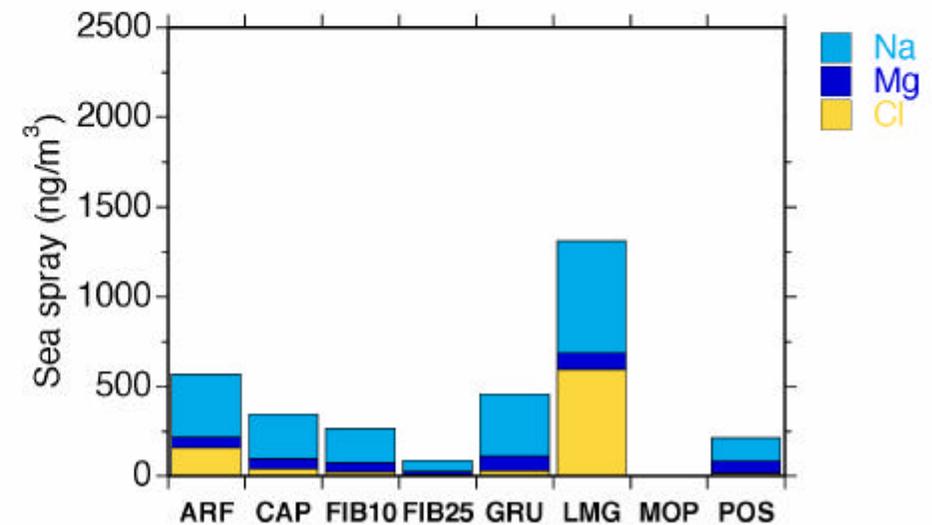
Media inverno



Media primavera



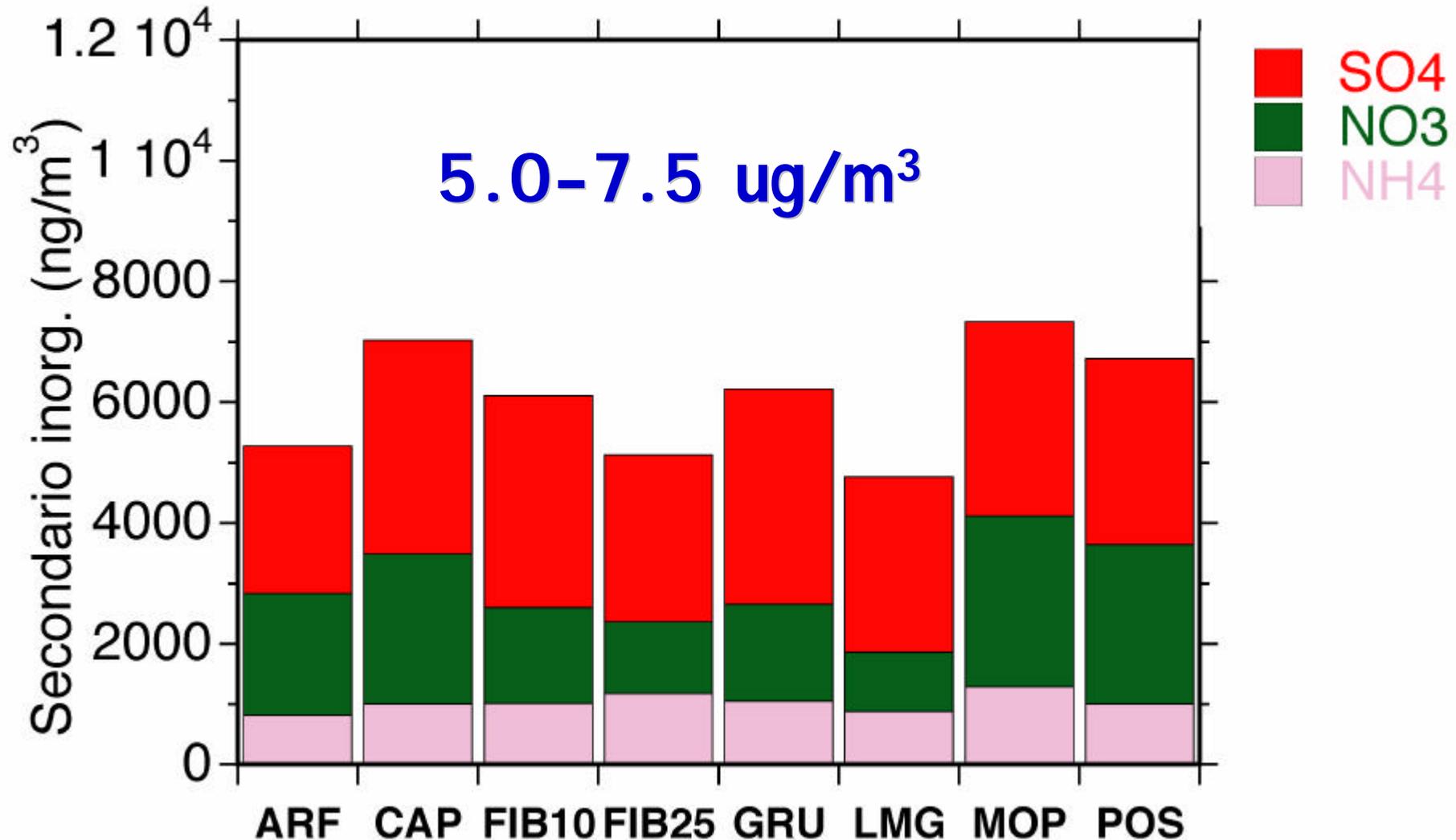
Media estate



Particolato secondario inorganico

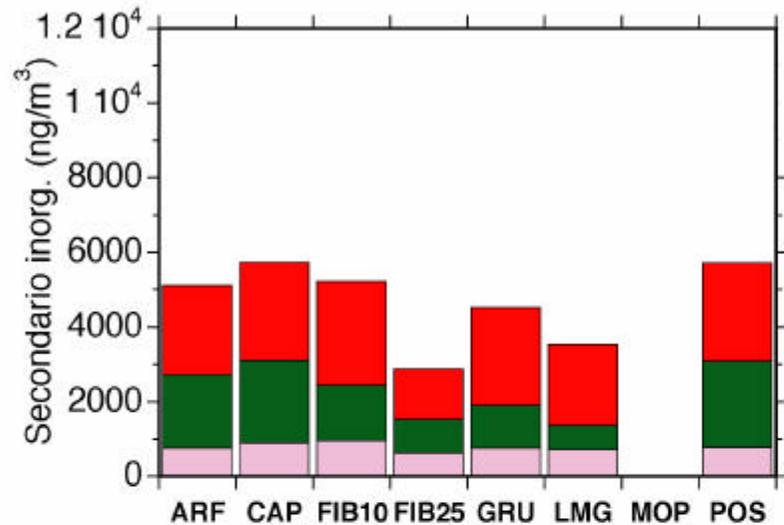
Scarsa variabilita' spaziale

Media annua

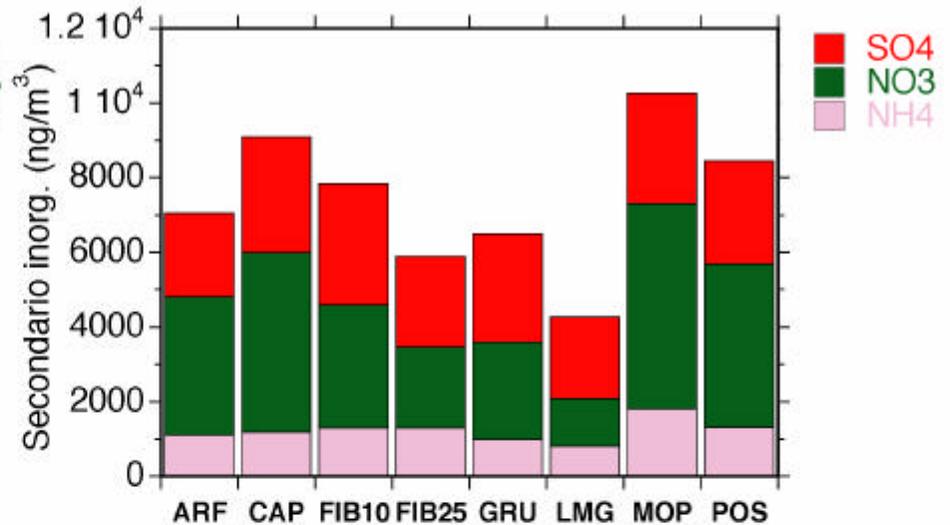


Moderata variabilita' stagionale, ma ...

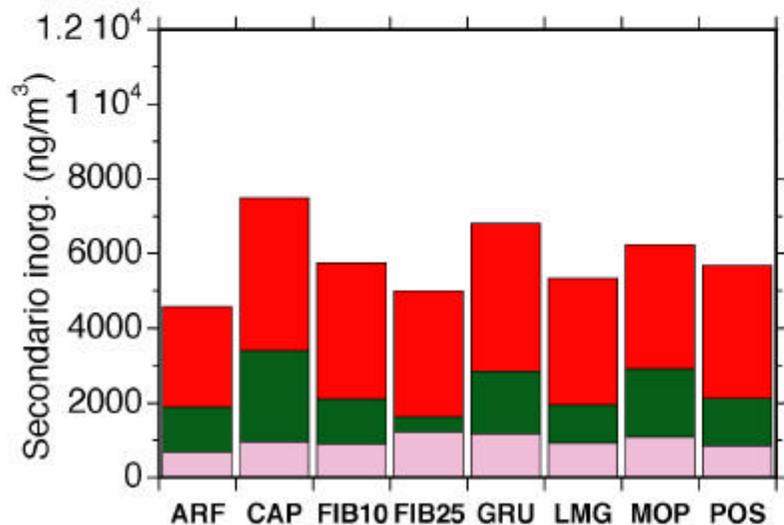
Media autunno



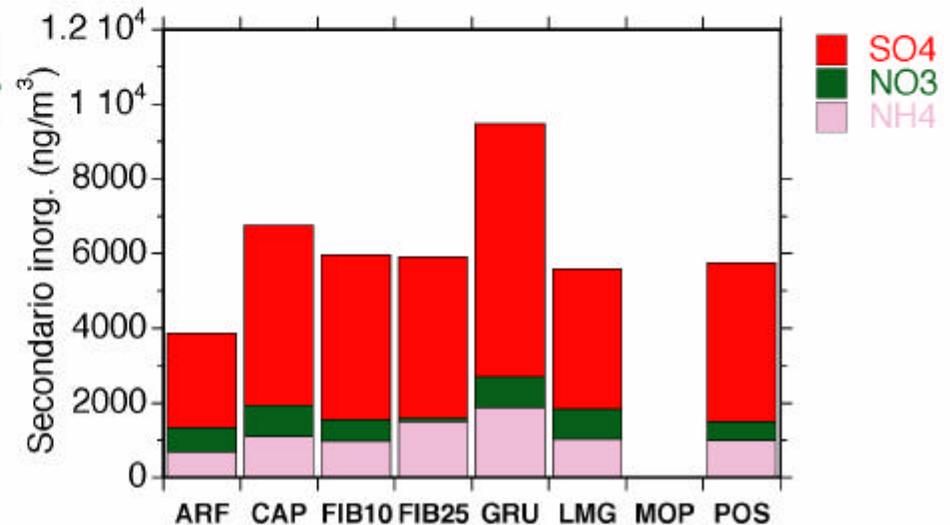
Media inverno



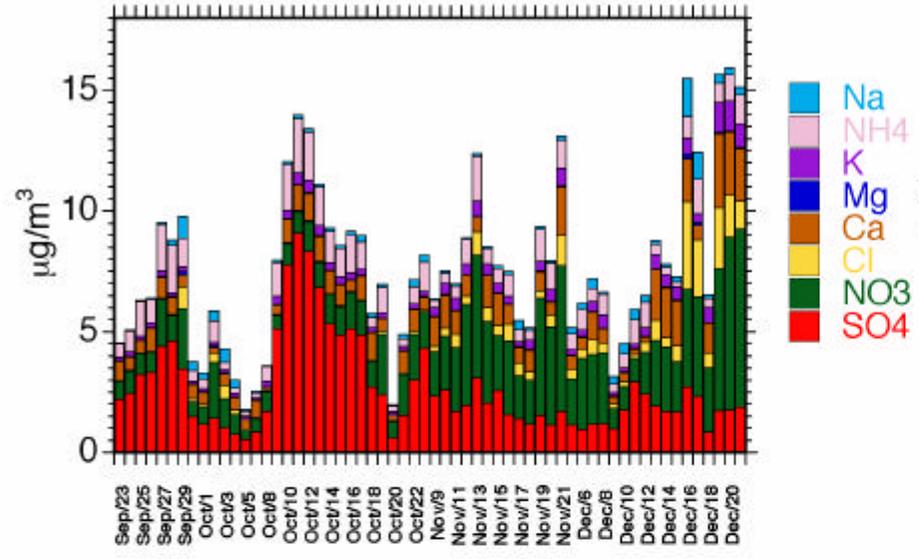
Media primavera



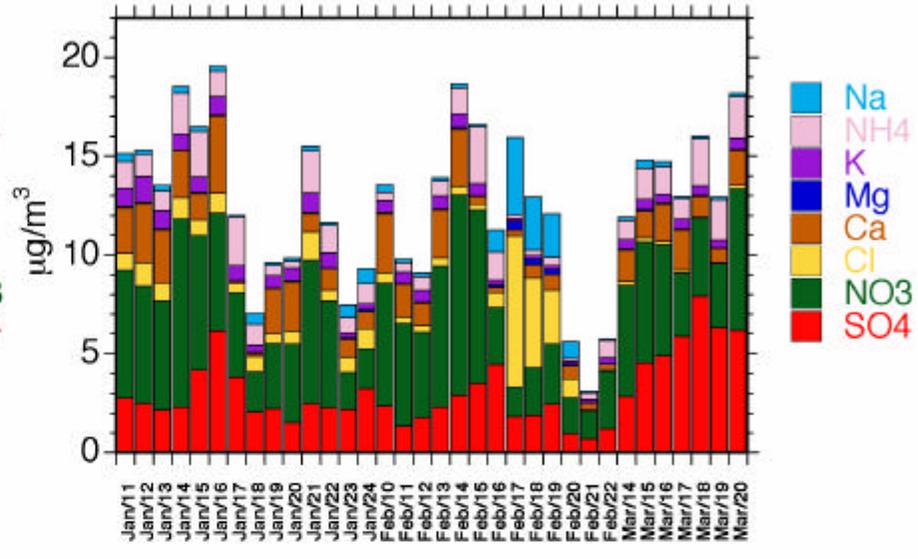
Media estate



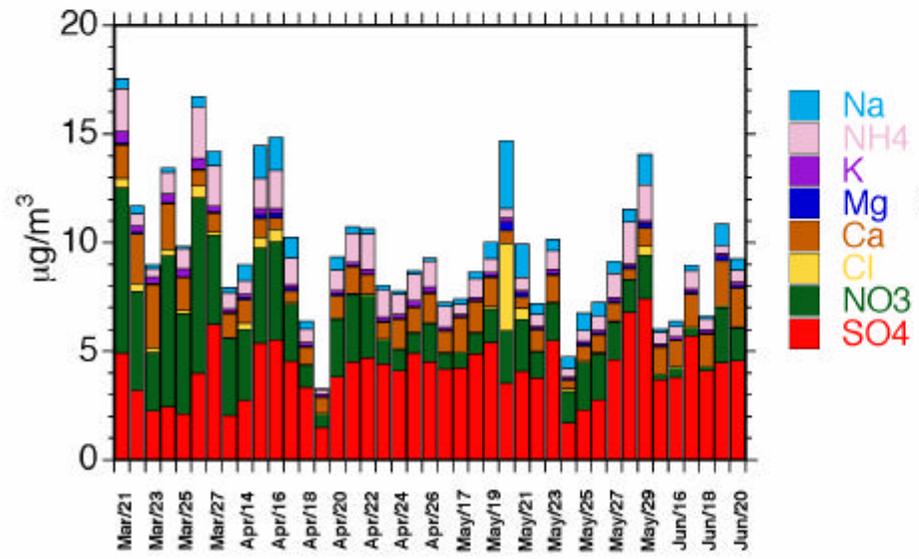
Capannori - PM10 - Autunno



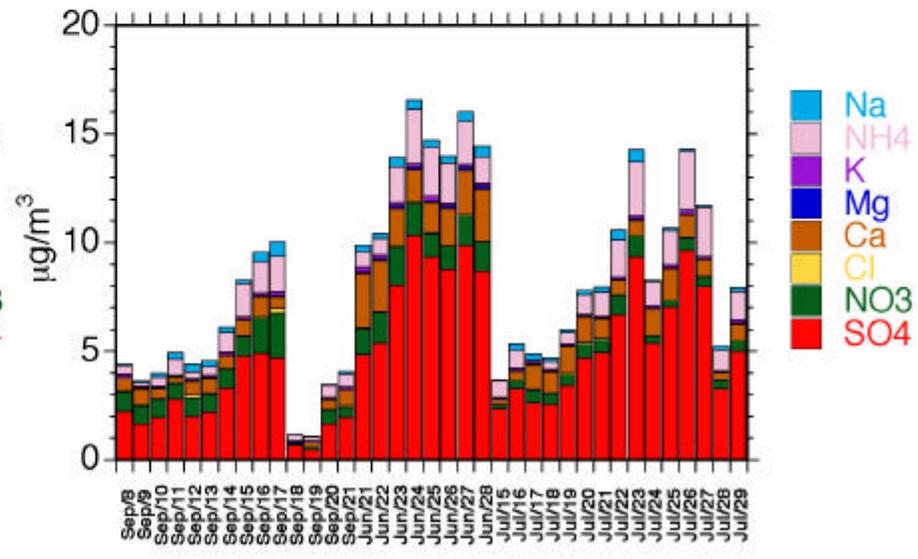
Capannori - PM10 - Inverno

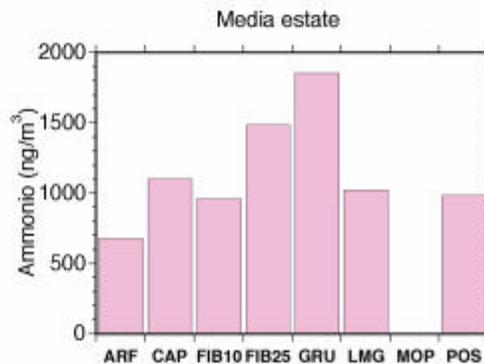
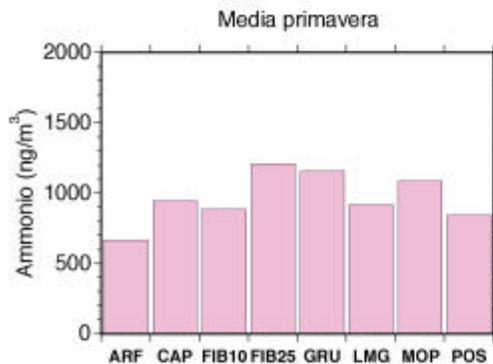
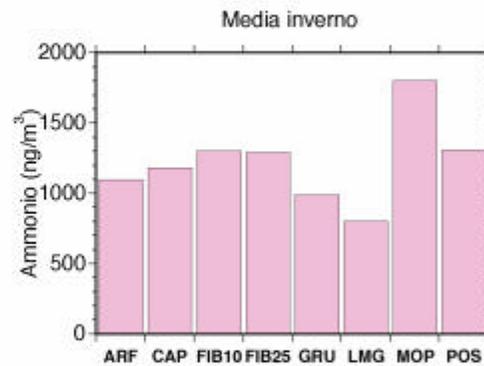
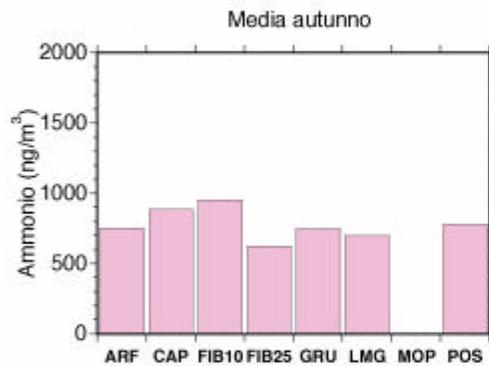
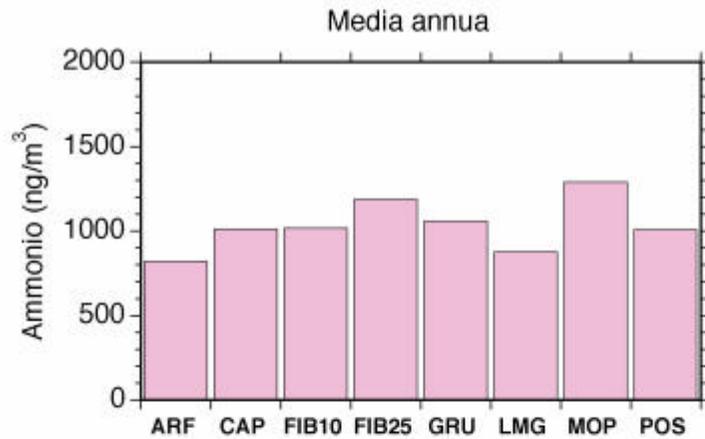


Capannori - PM10 - Primavera



Capannori - PM10 - Estate

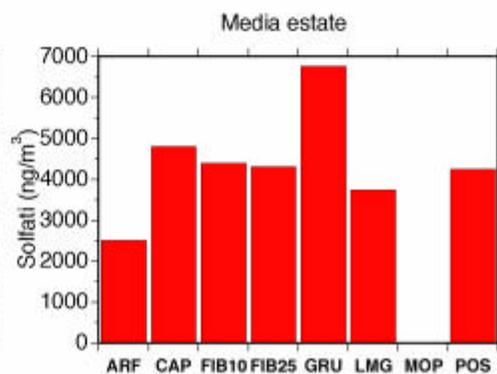
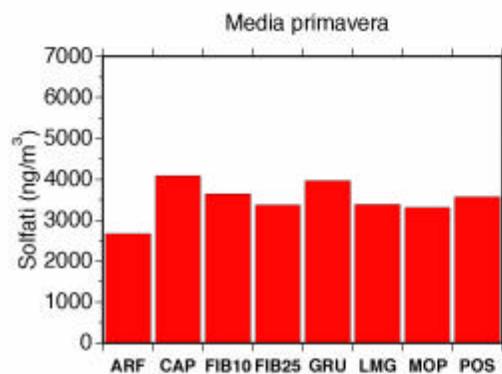
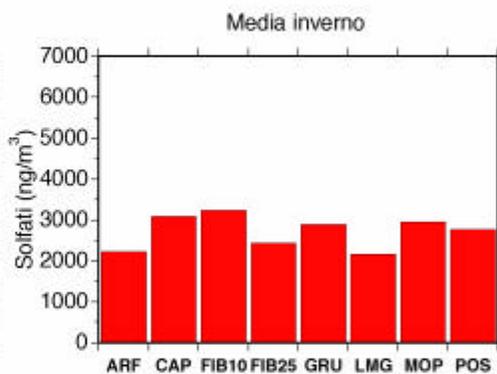
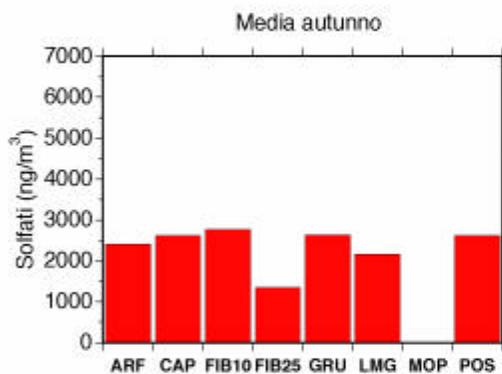
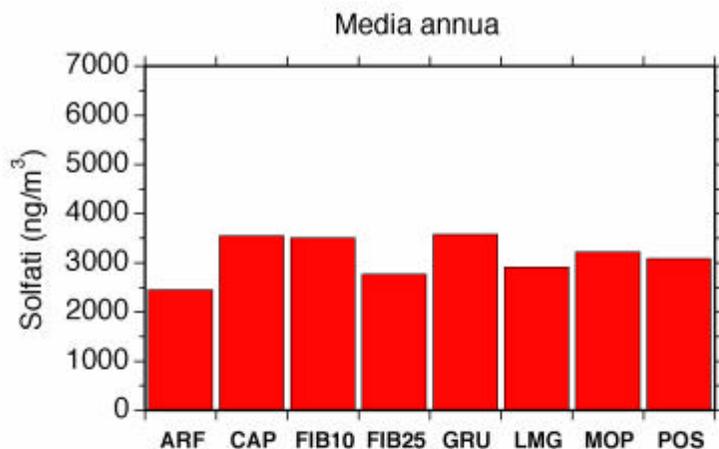




Ammonio

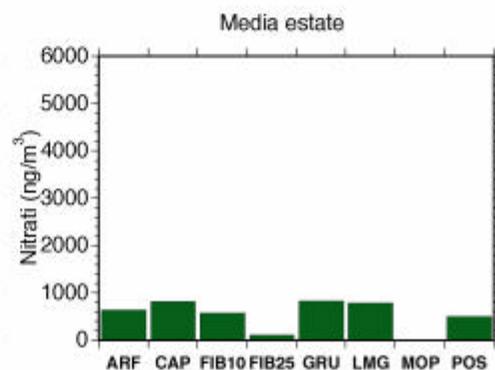
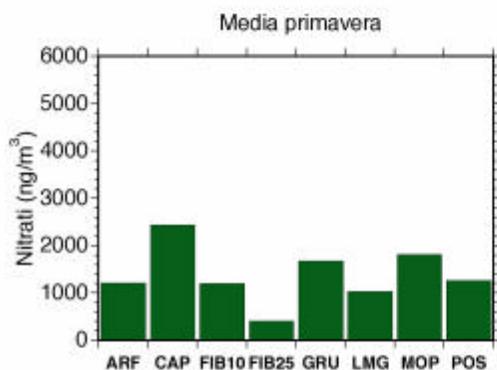
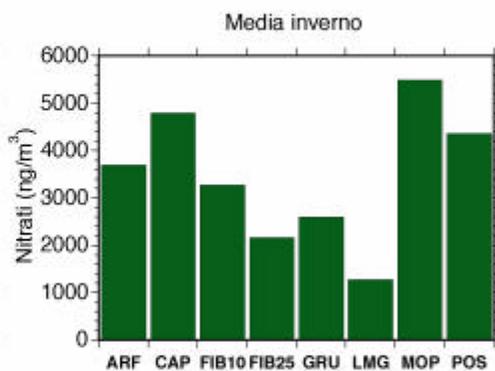
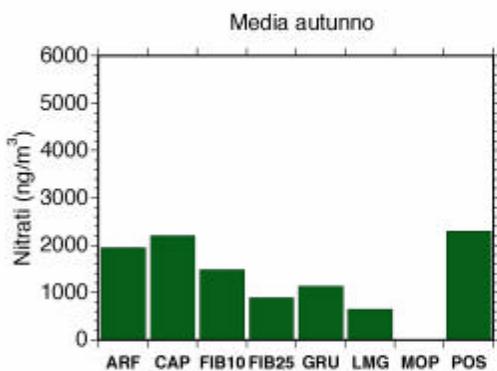
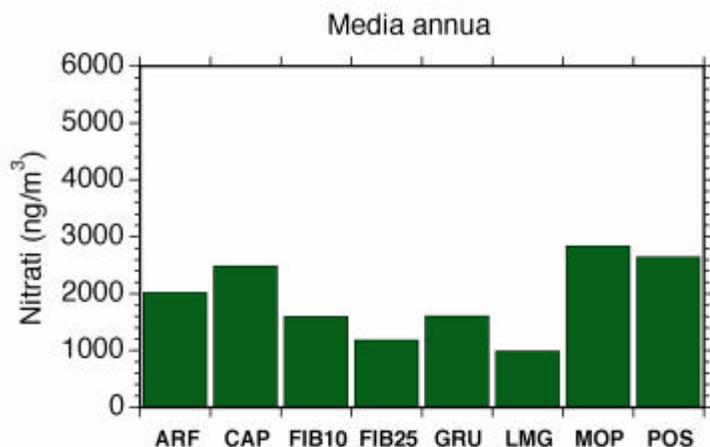
**Scarsa
variabilita'
Spaziale**

**Scarsa
variabilita'
stagionale**



Solfati
Scarsa
variabilita'
Spaziale
Massimi
Primavera
Estate

fino a
7 ug/m³



Nitrati
Ampia
variabilita'
spaziale

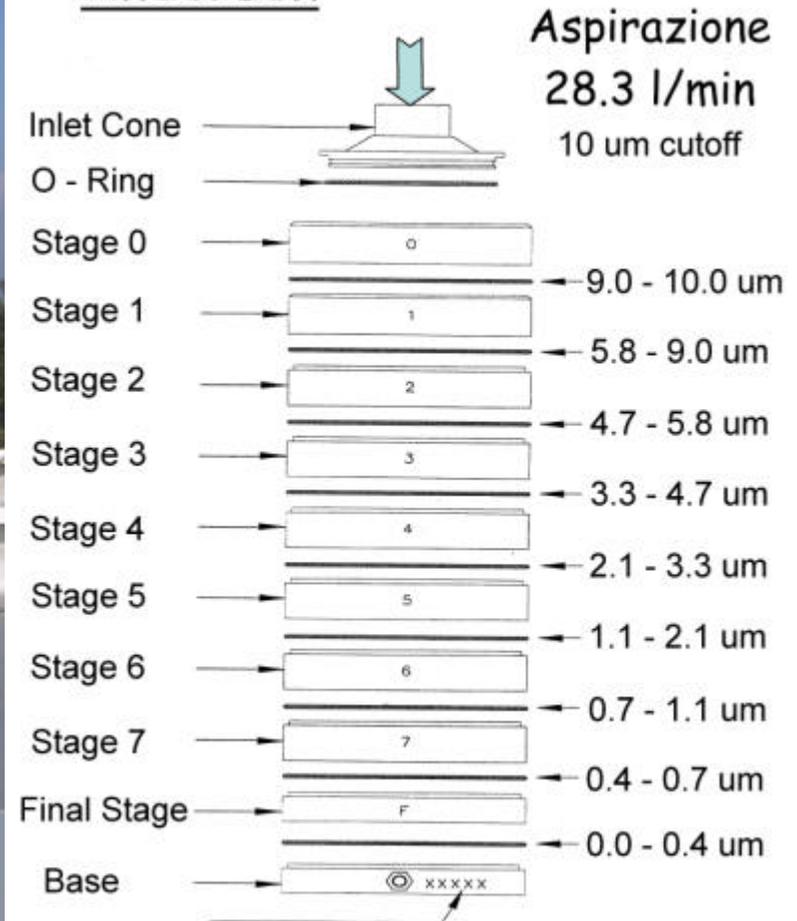
Elevata
variabilita'
stagionale

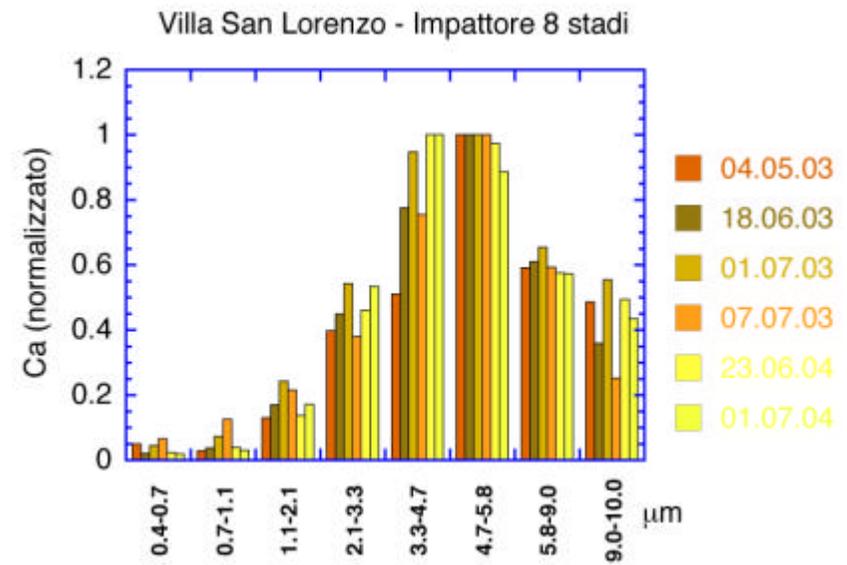
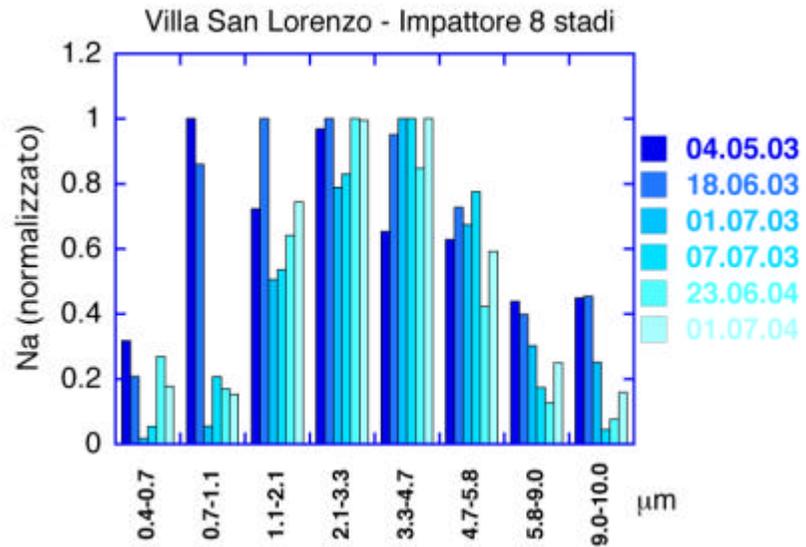
Massimi
invernali
6 ug/m³

Impattore Multistadio

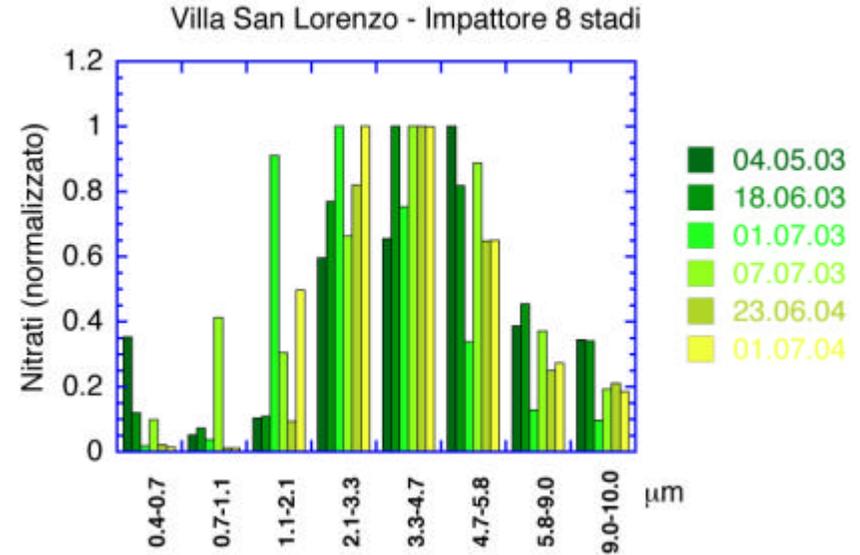
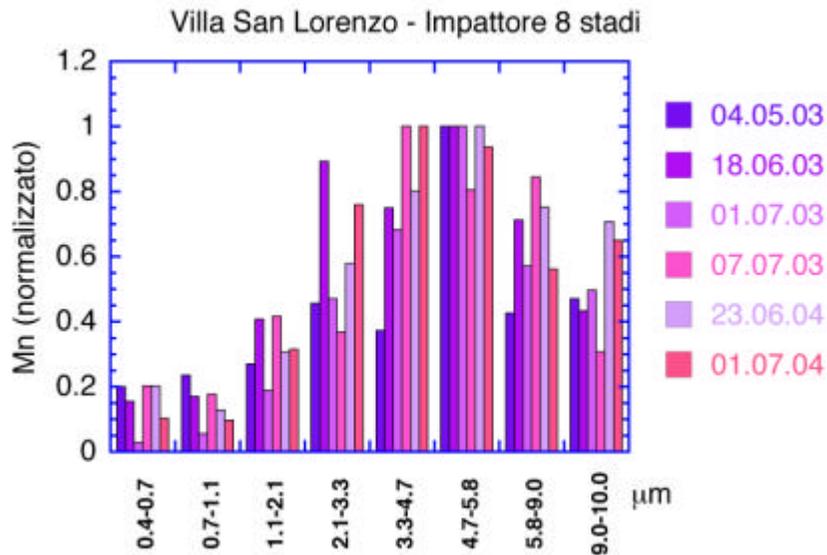


Andersen



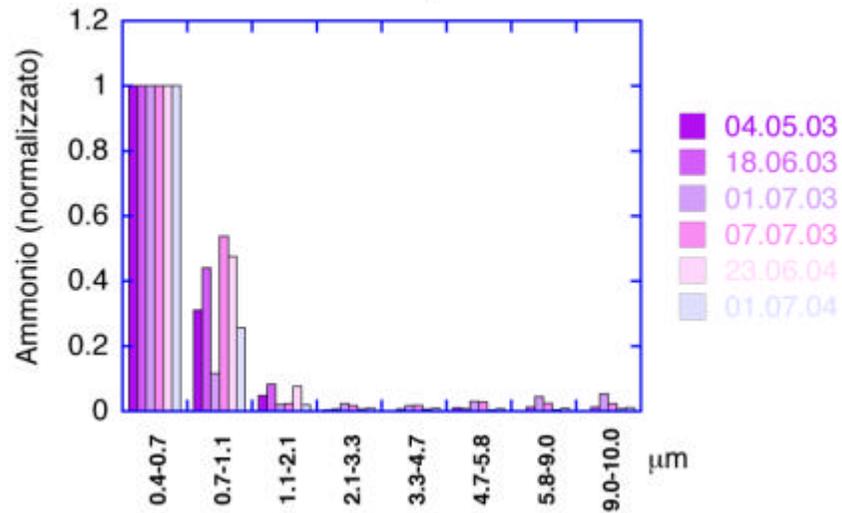


Nitrati 2-6 μm



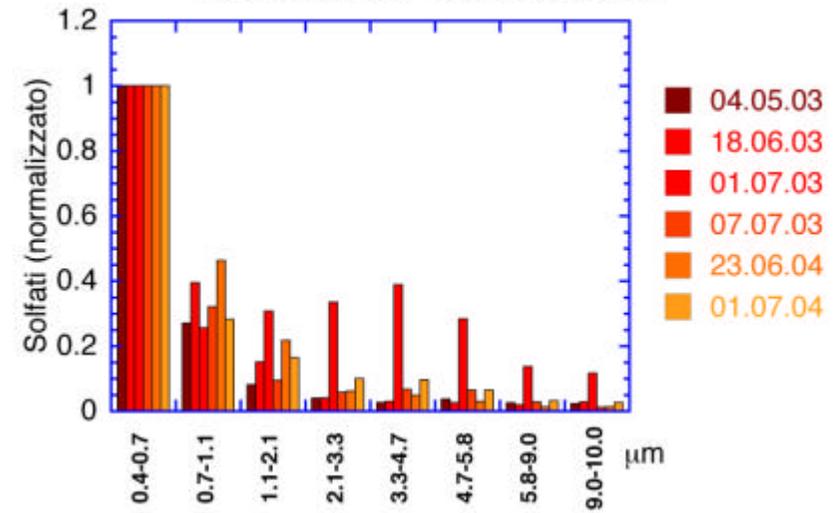
Ammonio < 1 μm

Villa San Lorenzo - Impattore 8 stadi

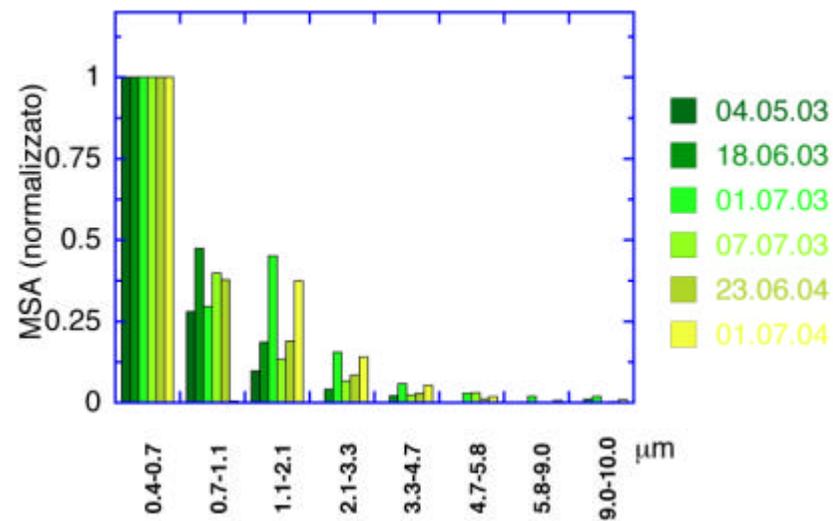


Solfati < 1 μm

Villa San Lorenzo - Impattore 8 stadi

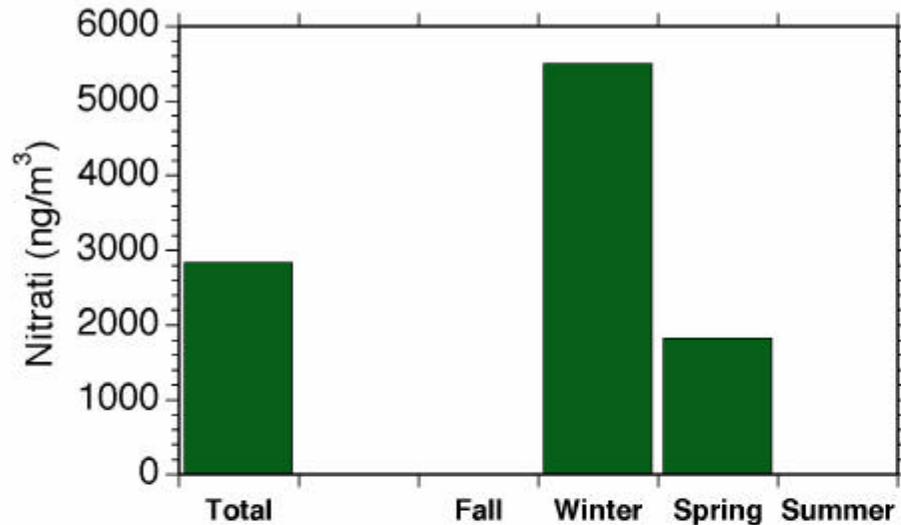


Villa San Lorenzo - Impattore 8 stadi

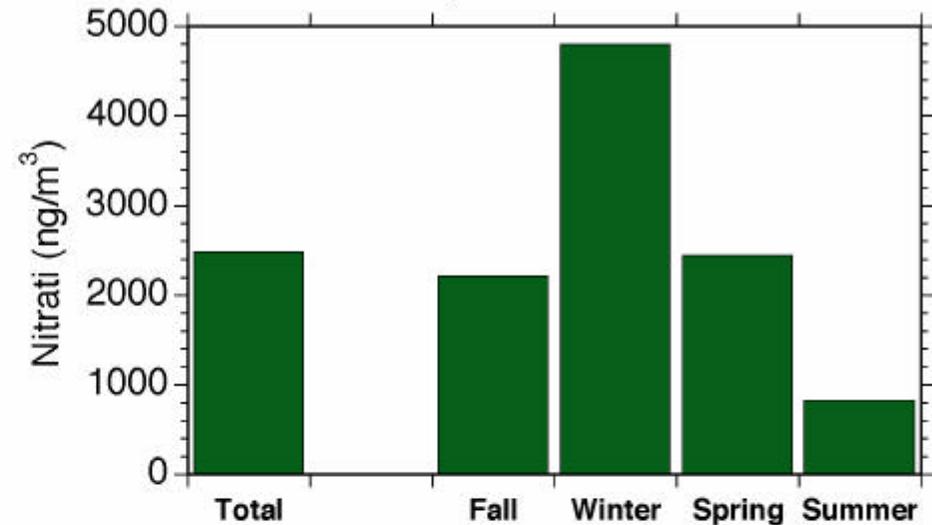


Nitrati - Impianti di riscaldamento

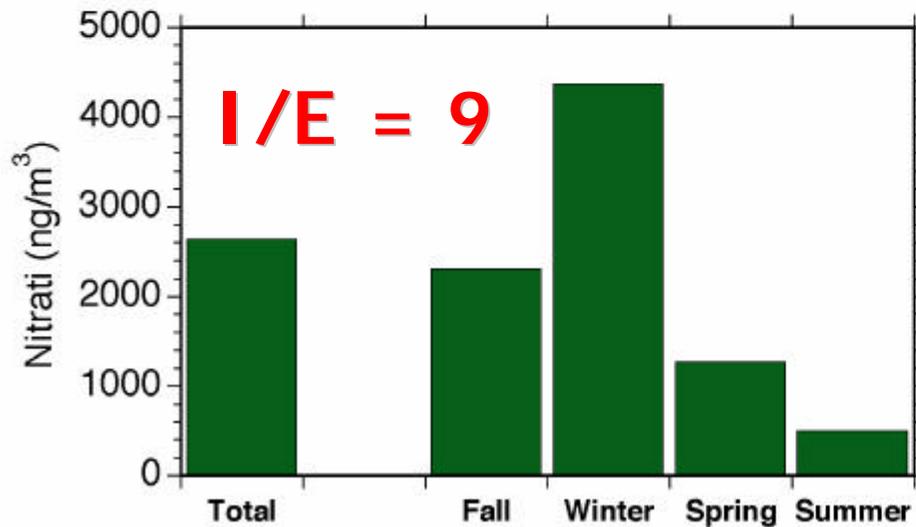
Montale - PM10



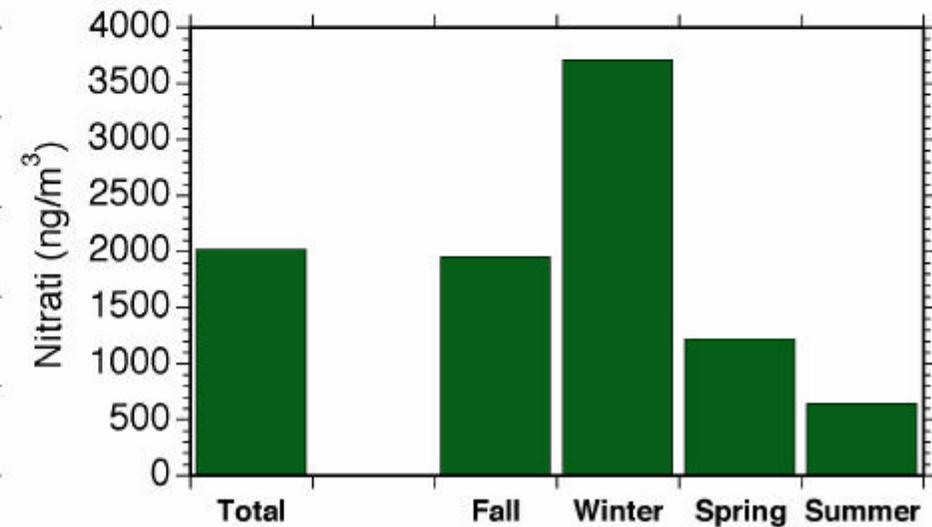
Capannori - PM10



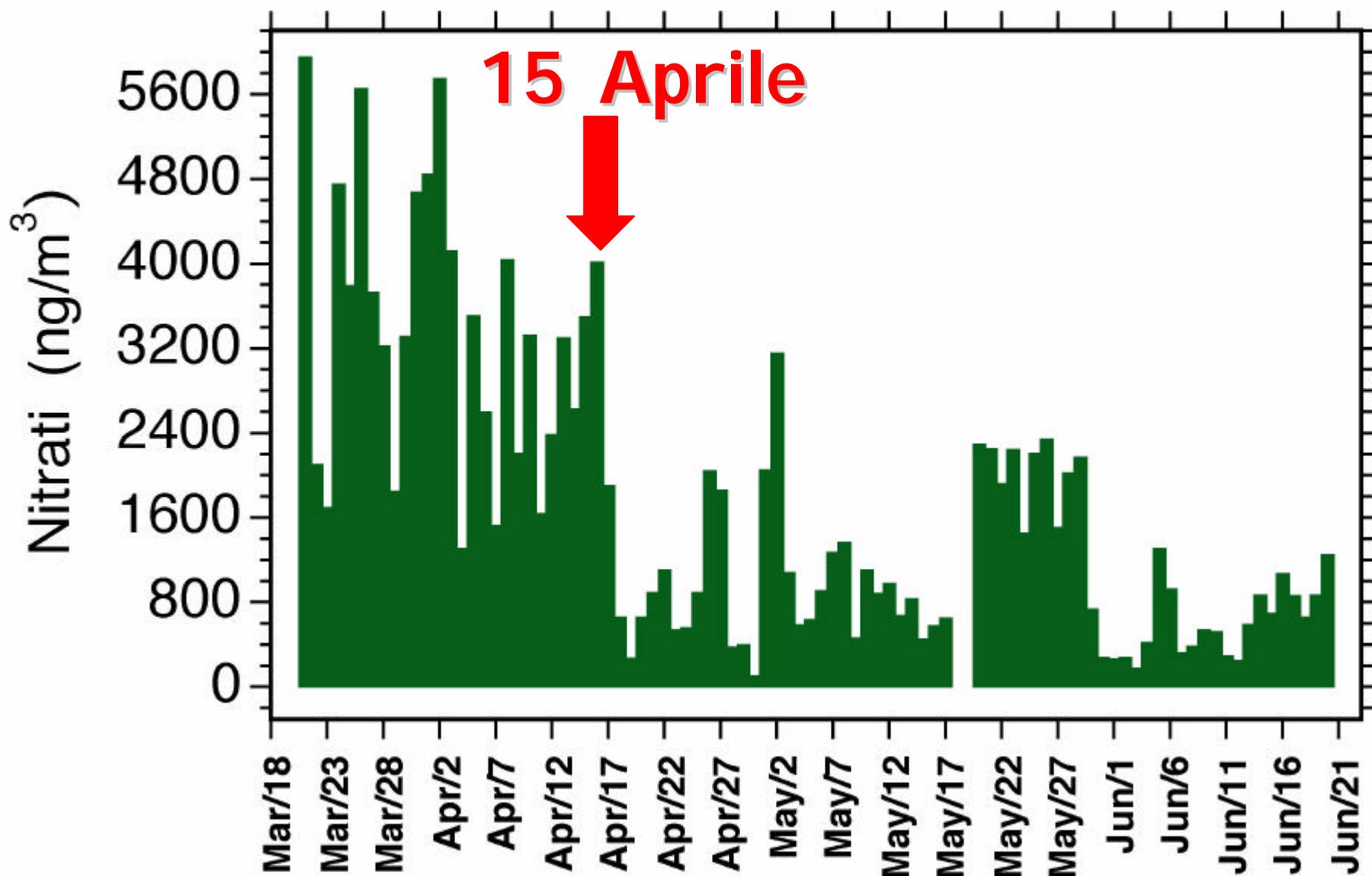
Prato - PM10



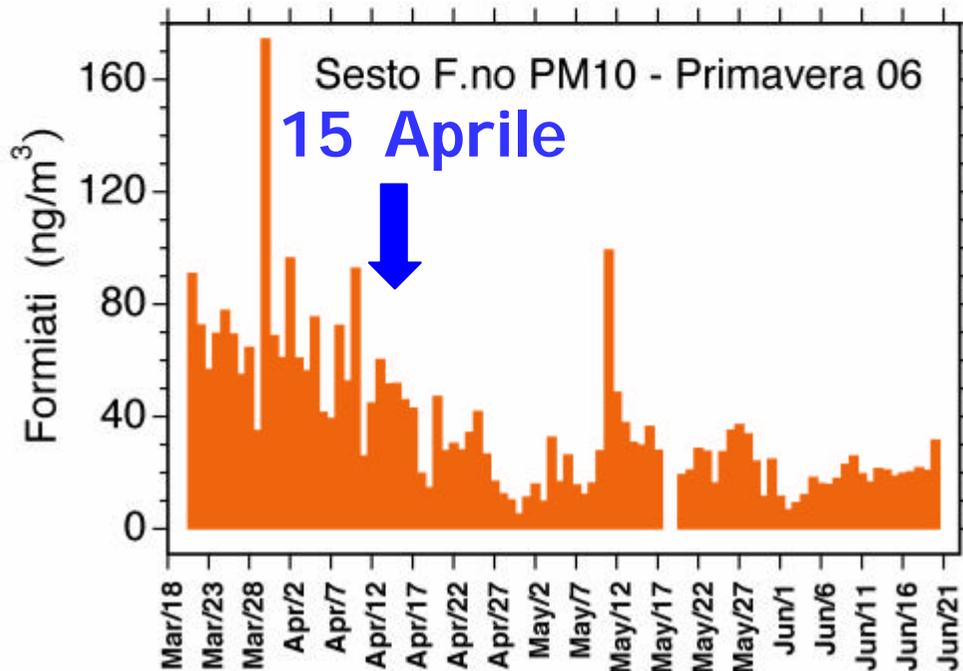
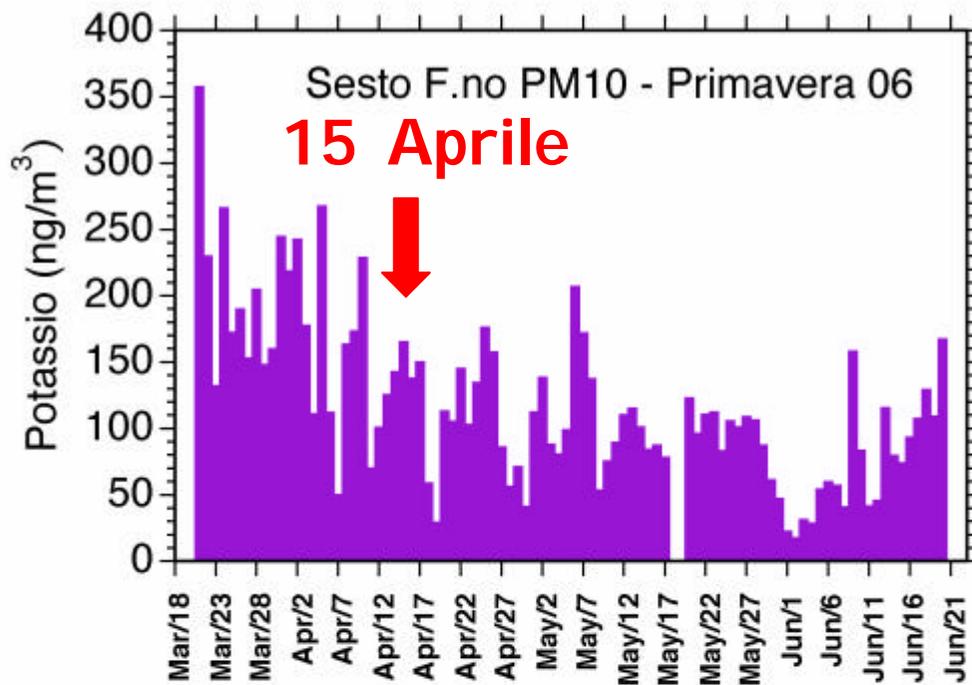
Arezzo - PM10



Villa San Lorenzo PM10 - Primavera 06



Progetto PASF - Comune Sesto F.no



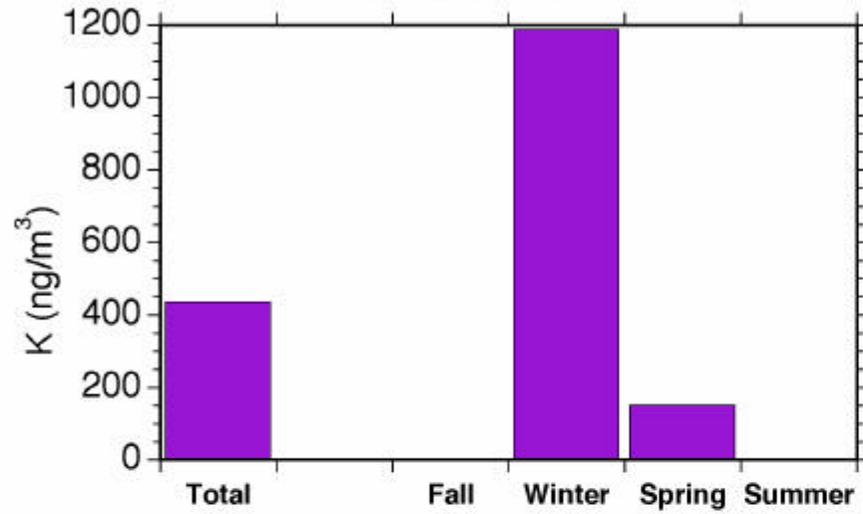
Potassio
Biomassa

Indicatori
processi
combustione

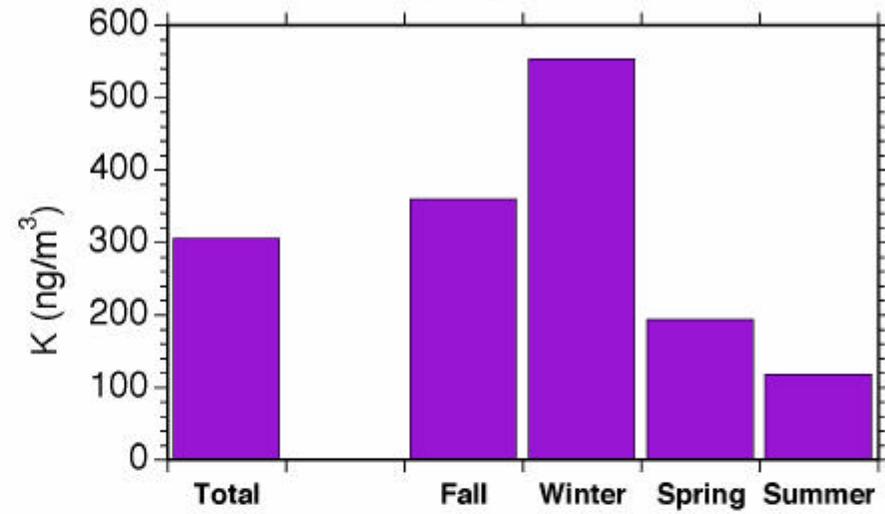
Formiati
Imp. Riscald.
Biomassa

Potassio - Marker combustione biomassa

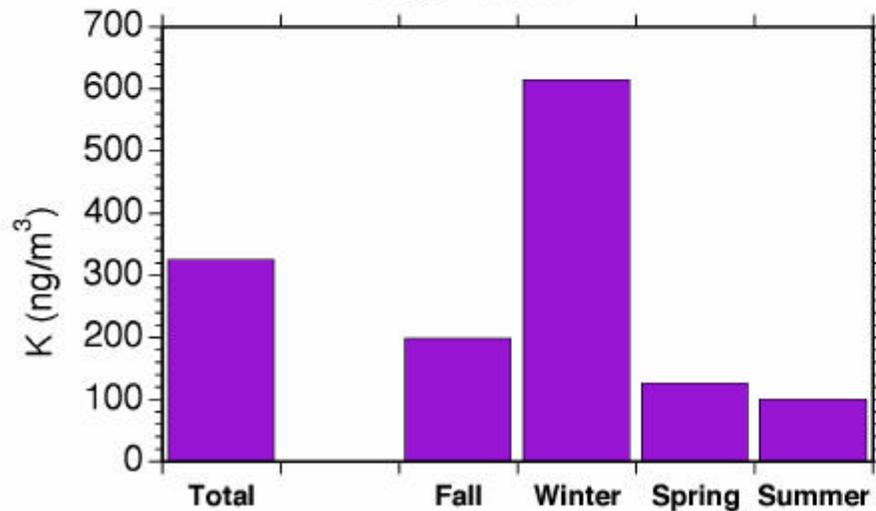
Montale - PM10



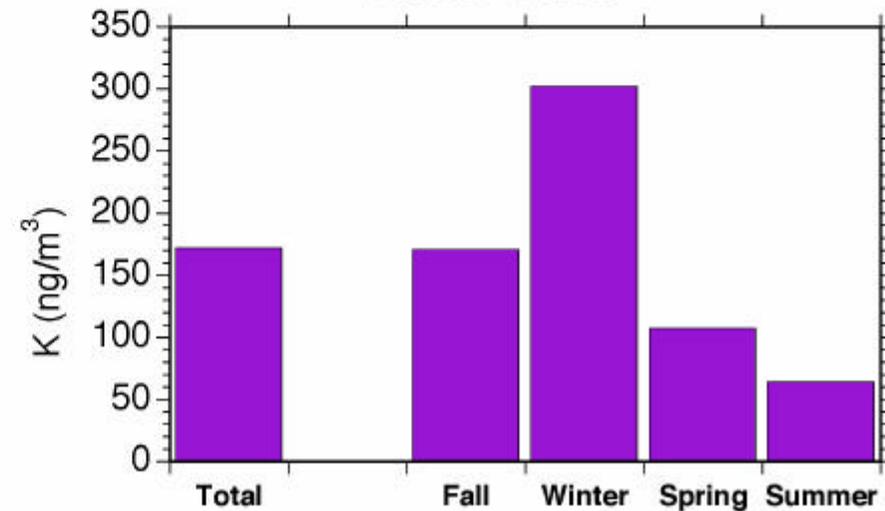
Capannori - PM10



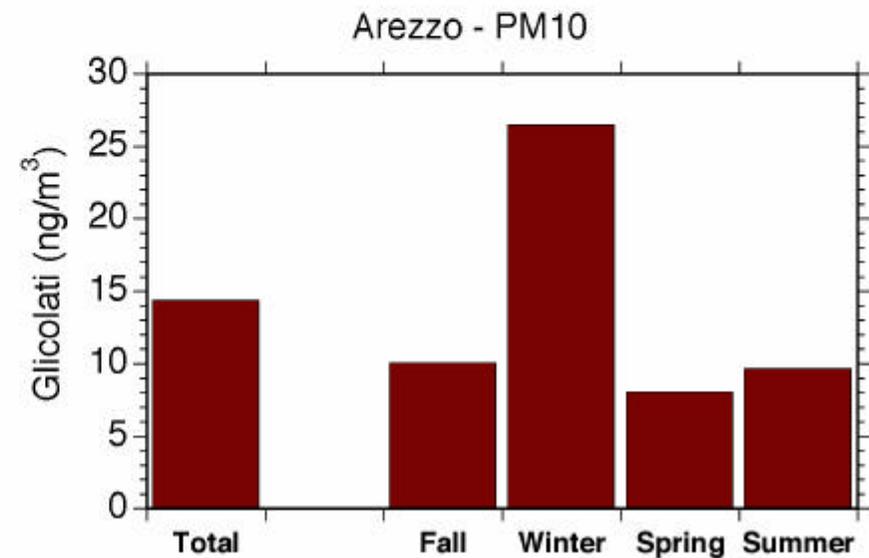
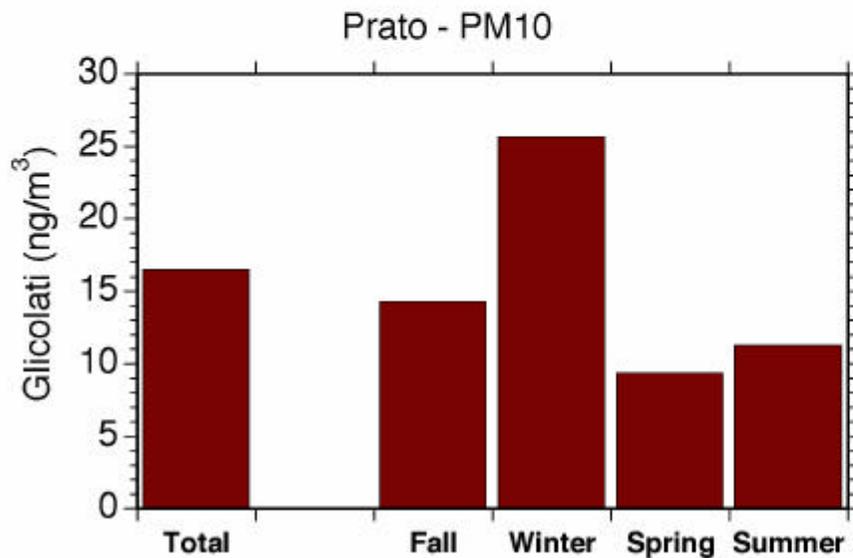
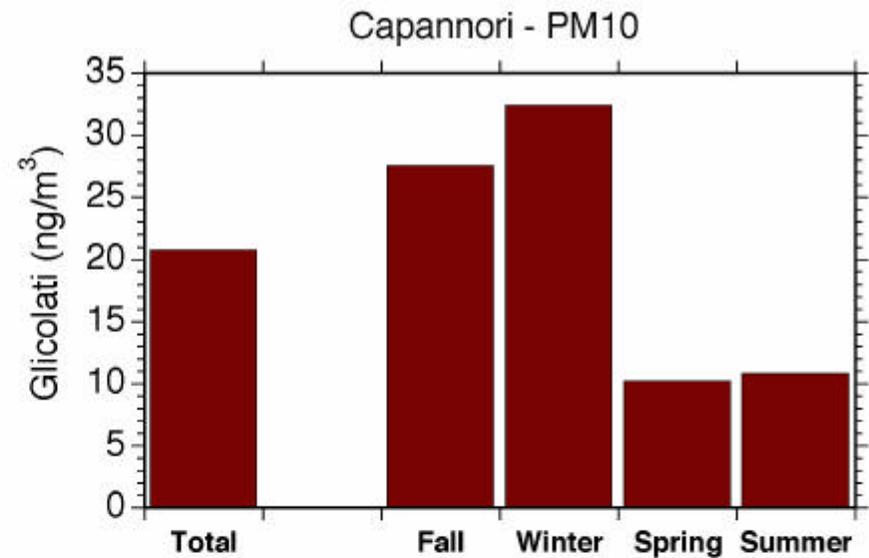
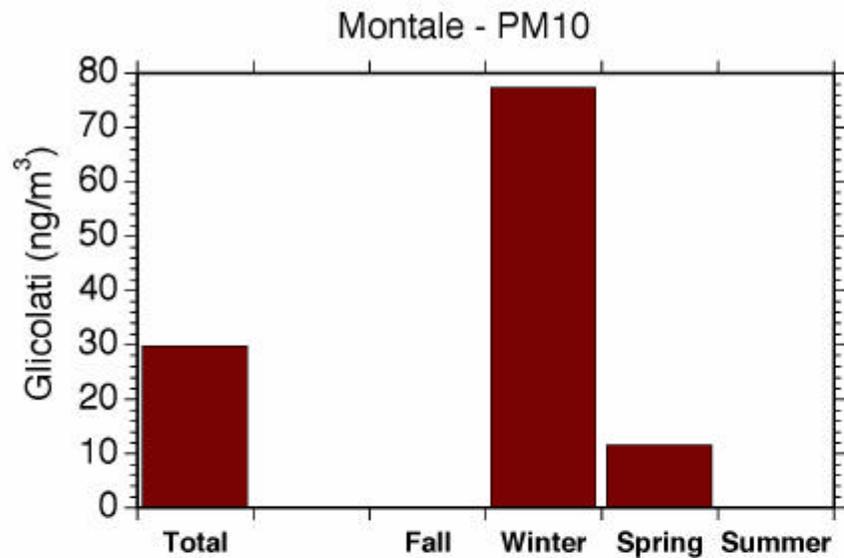
Prato - PM10



Arezzo - PM10

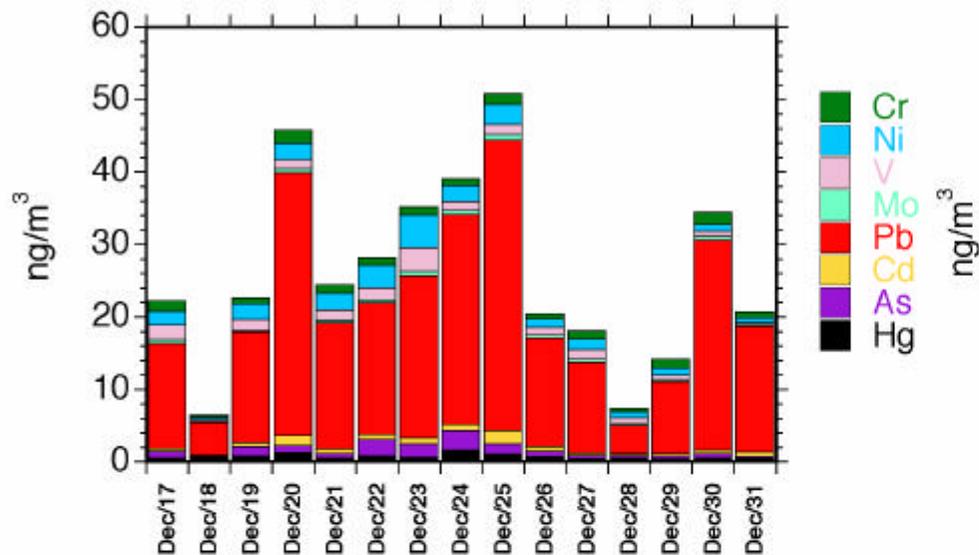


Glicolati - Nuovo marker specifico ?

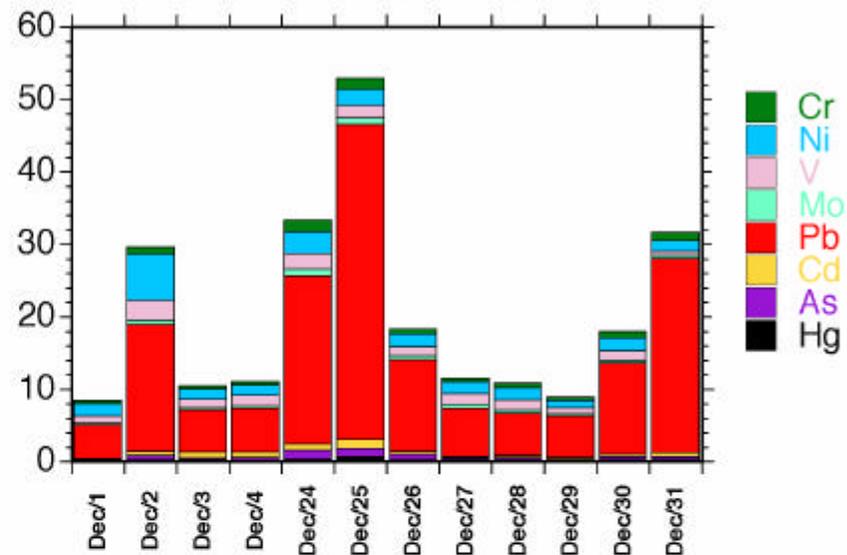


Metalli di prevalente origine antropica

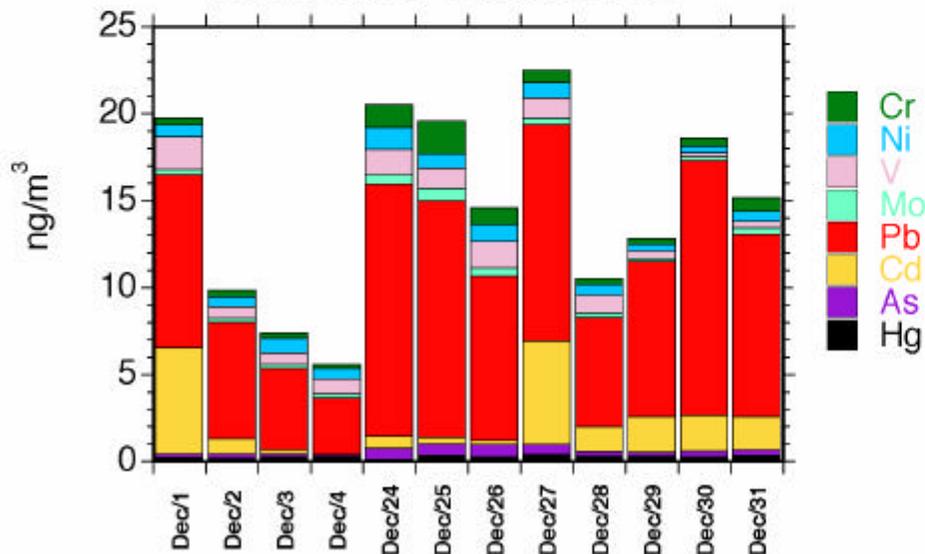
Montale PM10 - Dicembre 2005



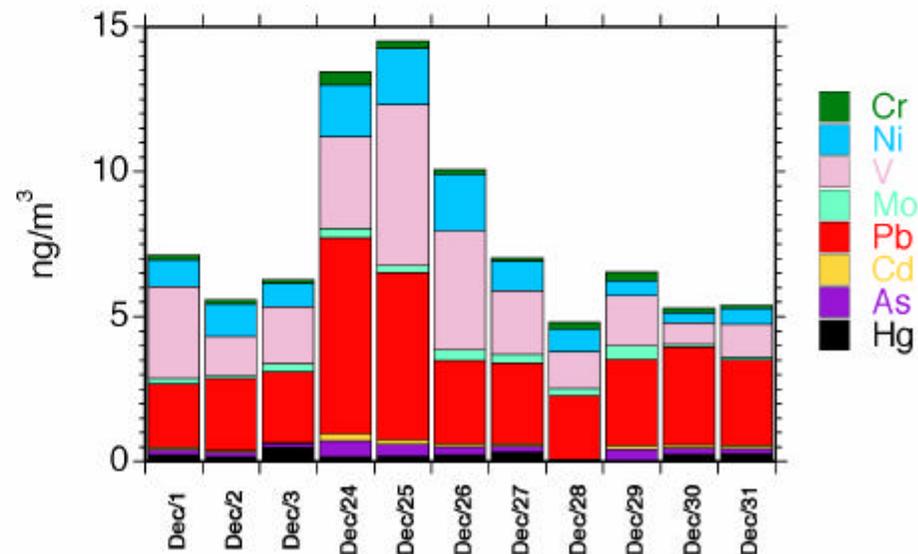
Prato PM10 - Dicembre 2005

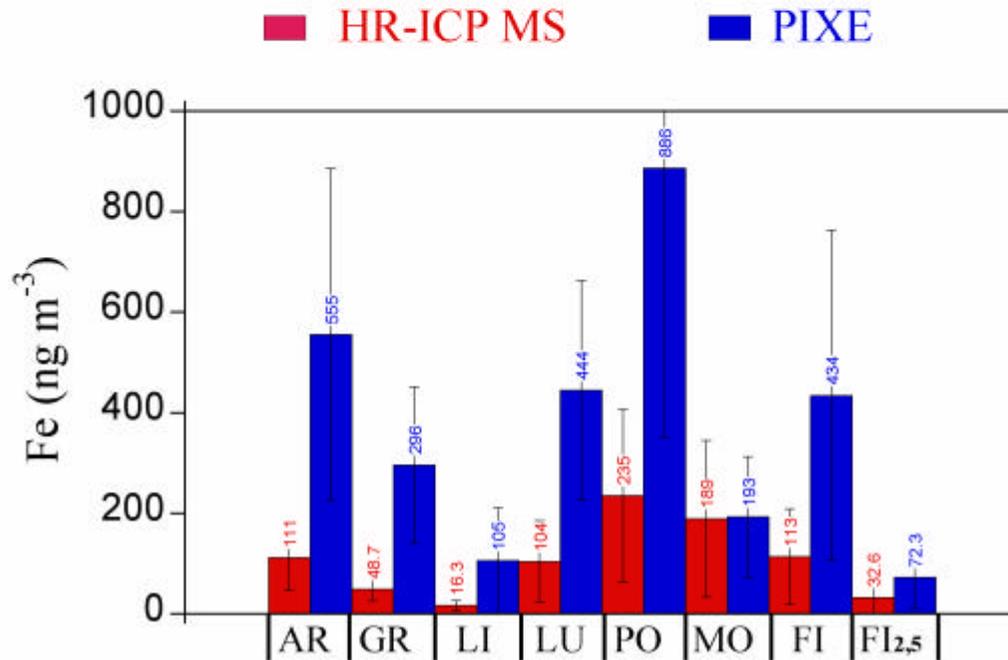
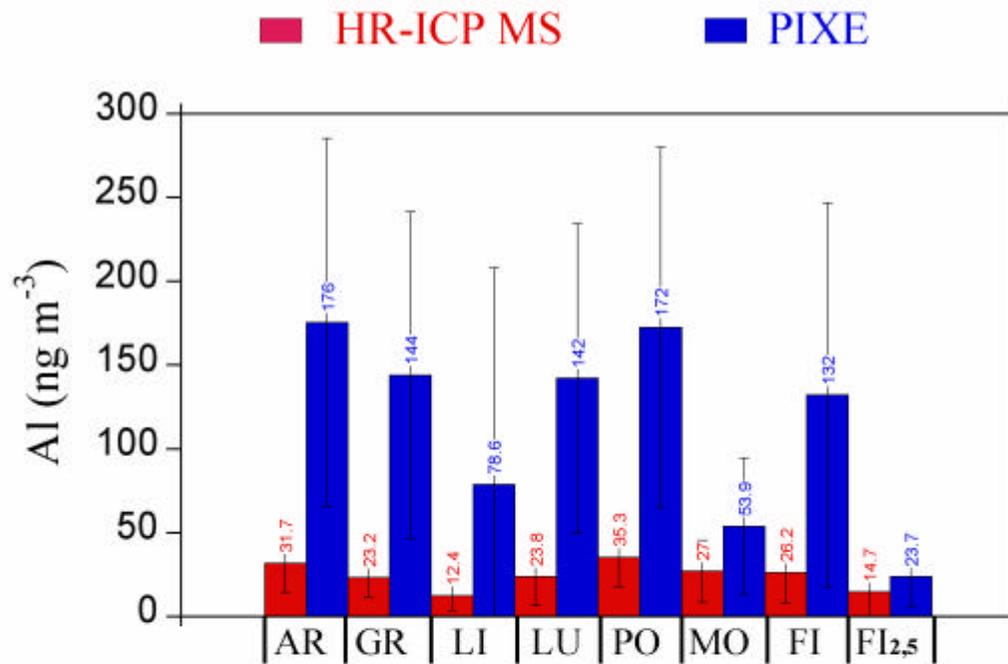


Arezzo PM10 - Dicembre 2005



Livorno PM10 - Dicembre 2005

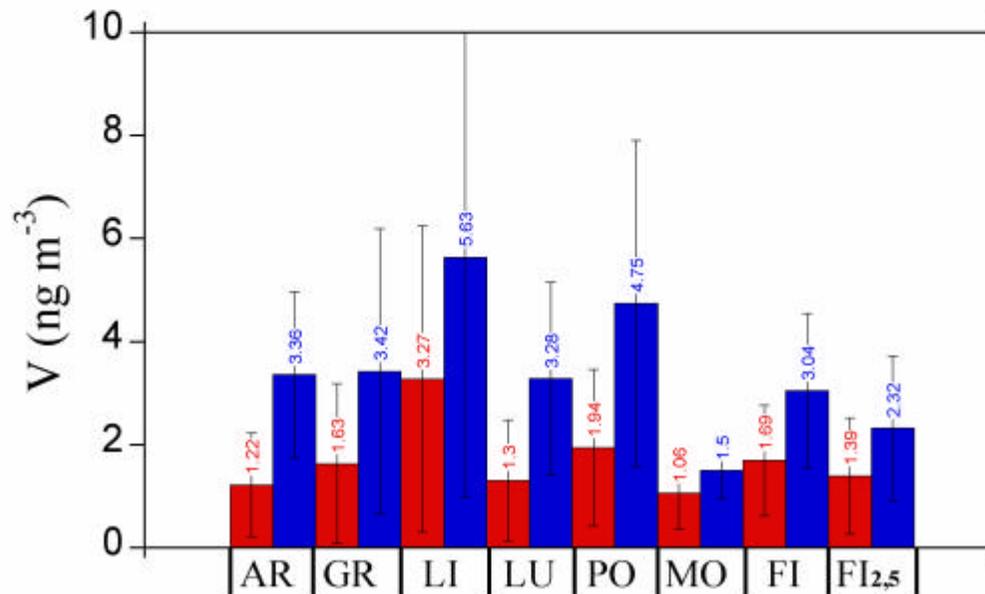
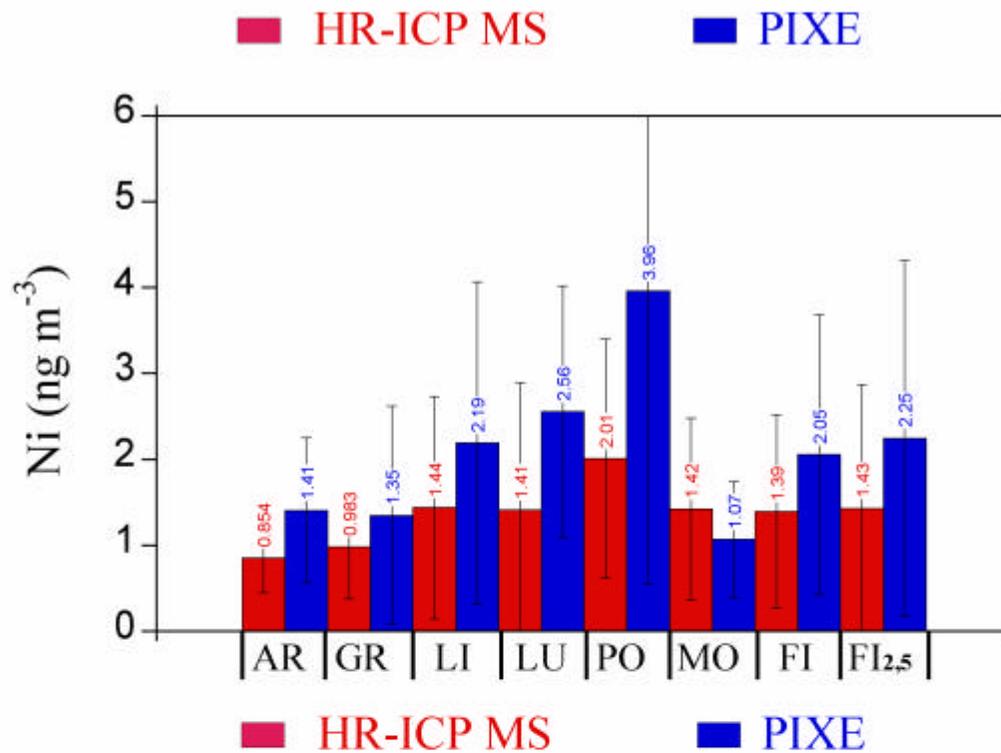




**Componenti
prevalente
origine
crostale
(es. Al-Fe)**

R sol./insol.

10 - 30 %



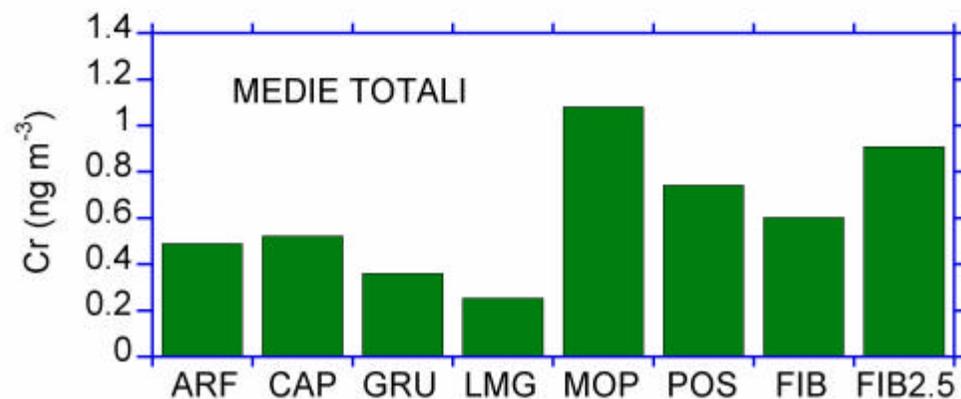
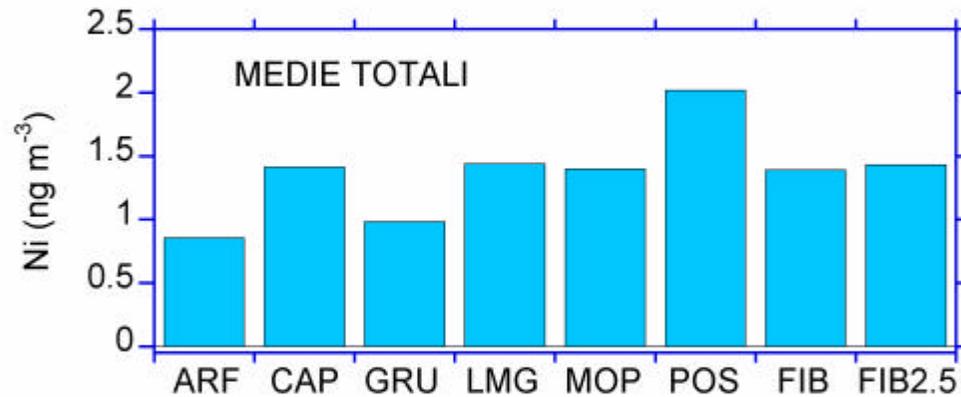
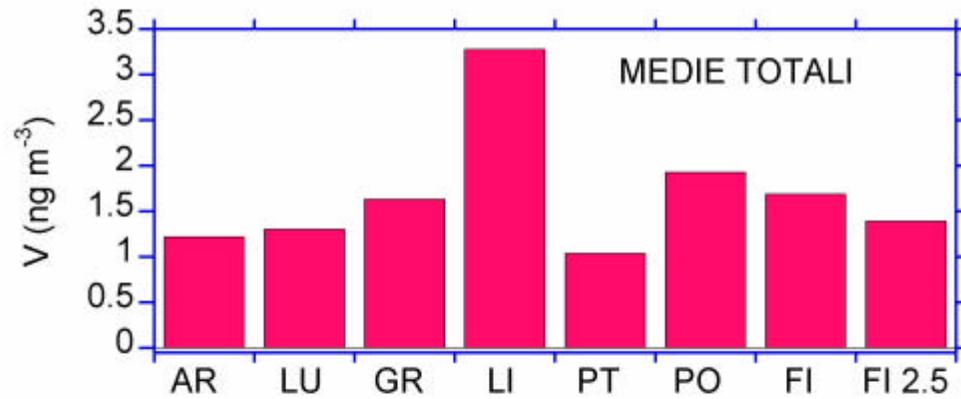
**Componenti
prevalente
origine
antropica
(es. Ni-V)**

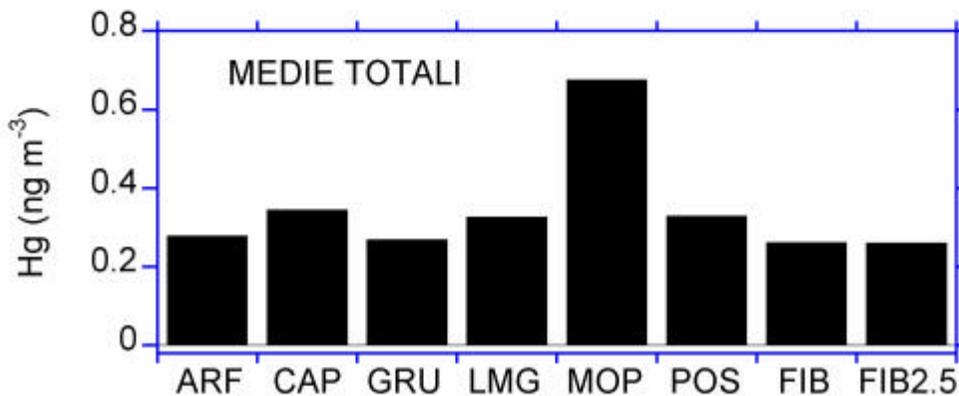
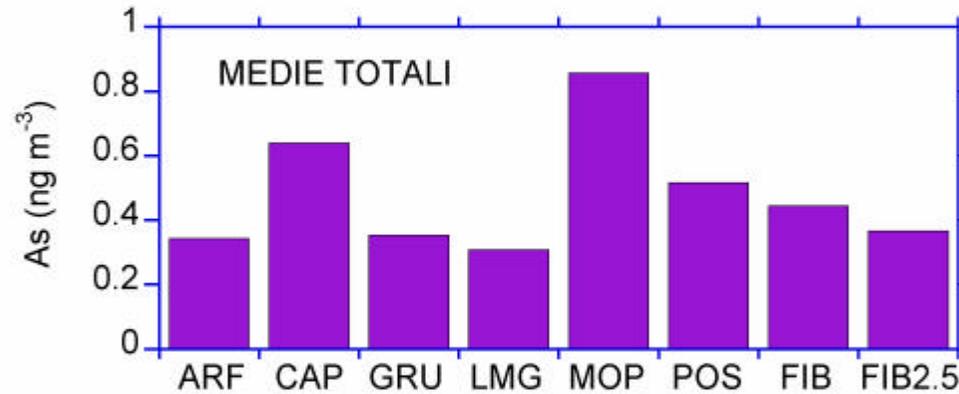
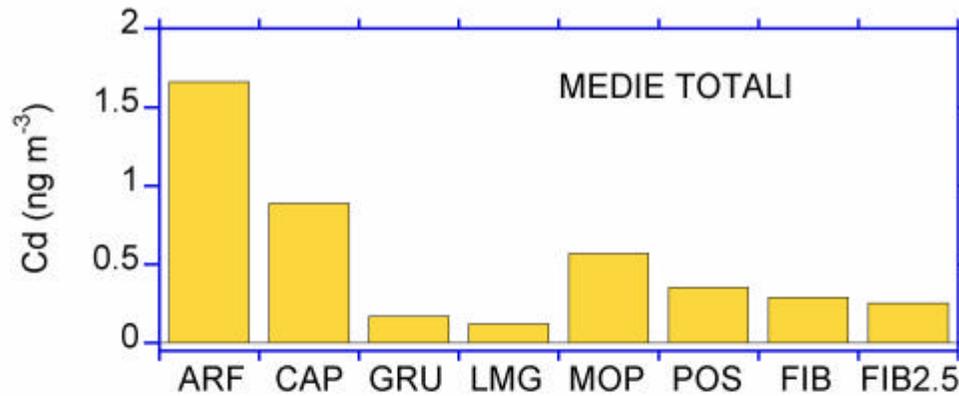
R sol./insol.

30 - 90 %

Direttiva 2004/107/CE Valori Obiettivo 2013

Nichel
20 ng/m³





Cadmio

5 ng/m³

Arsenico

6 ng/m³

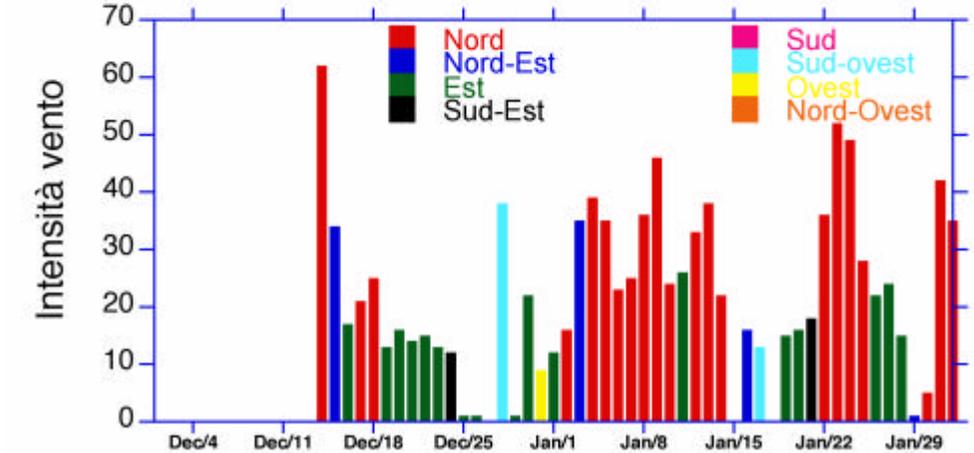
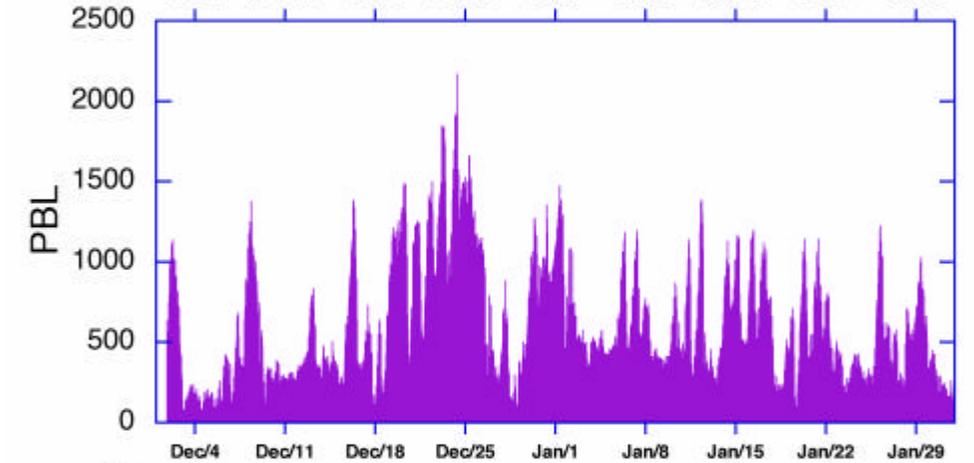
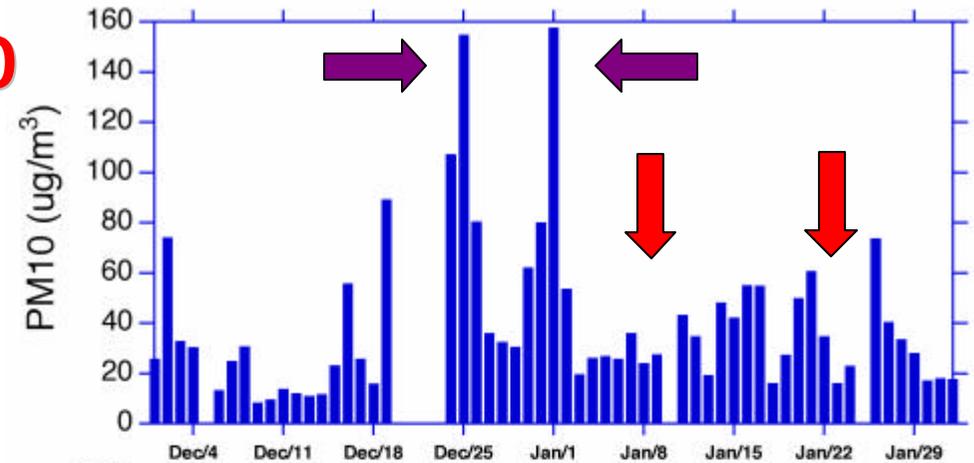
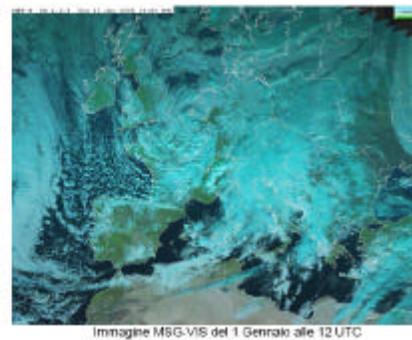
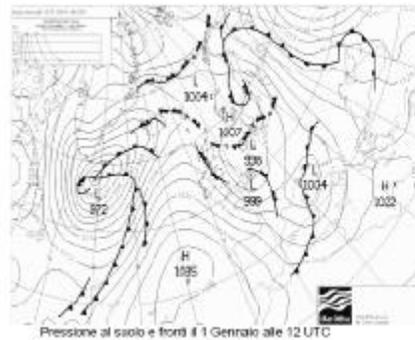
Mercurio

**Definire metodi
e criteri**

Processi di concentrazione o rimozione dell'aerosol atmosferico

- ✓ Effetto dell'altezza dello strato di rimescolamento**
- ✓ Rimozione ad opera delle precipitazioni**
- ✓ Trasporto atmosferico**

Condizioni meteo e PM10



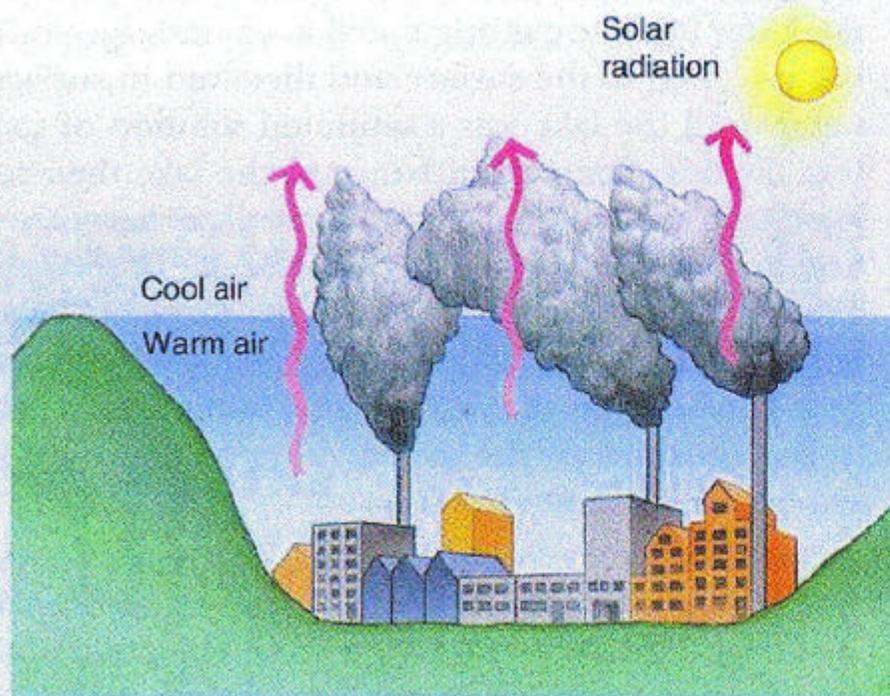
Altezza strato di rimescolamento

Planetary Boundary Layer (PBL)

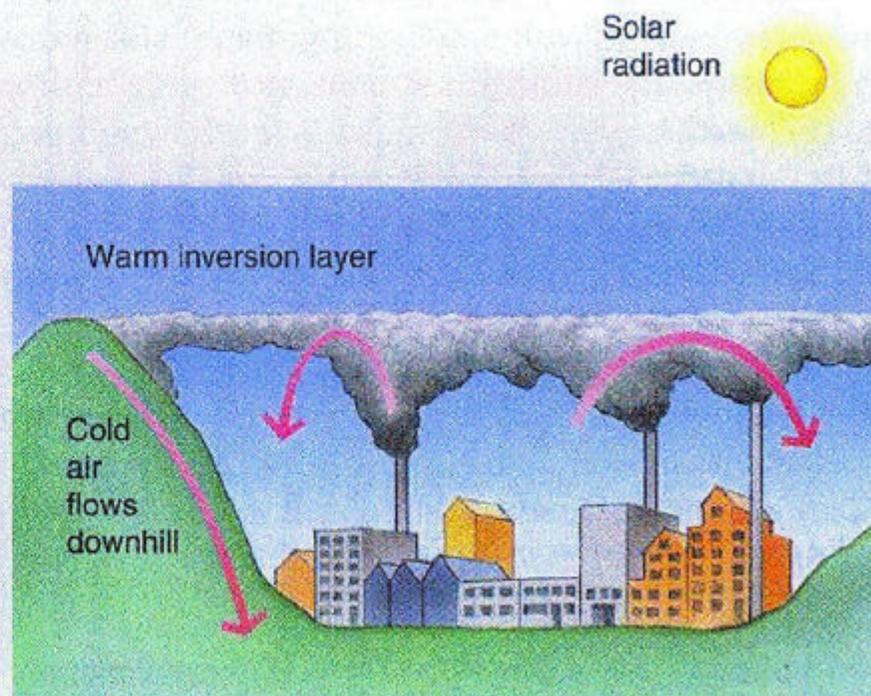
Misure concentrazione Radon

Emissioni naturali costanti

Formazione strato di inversione termica

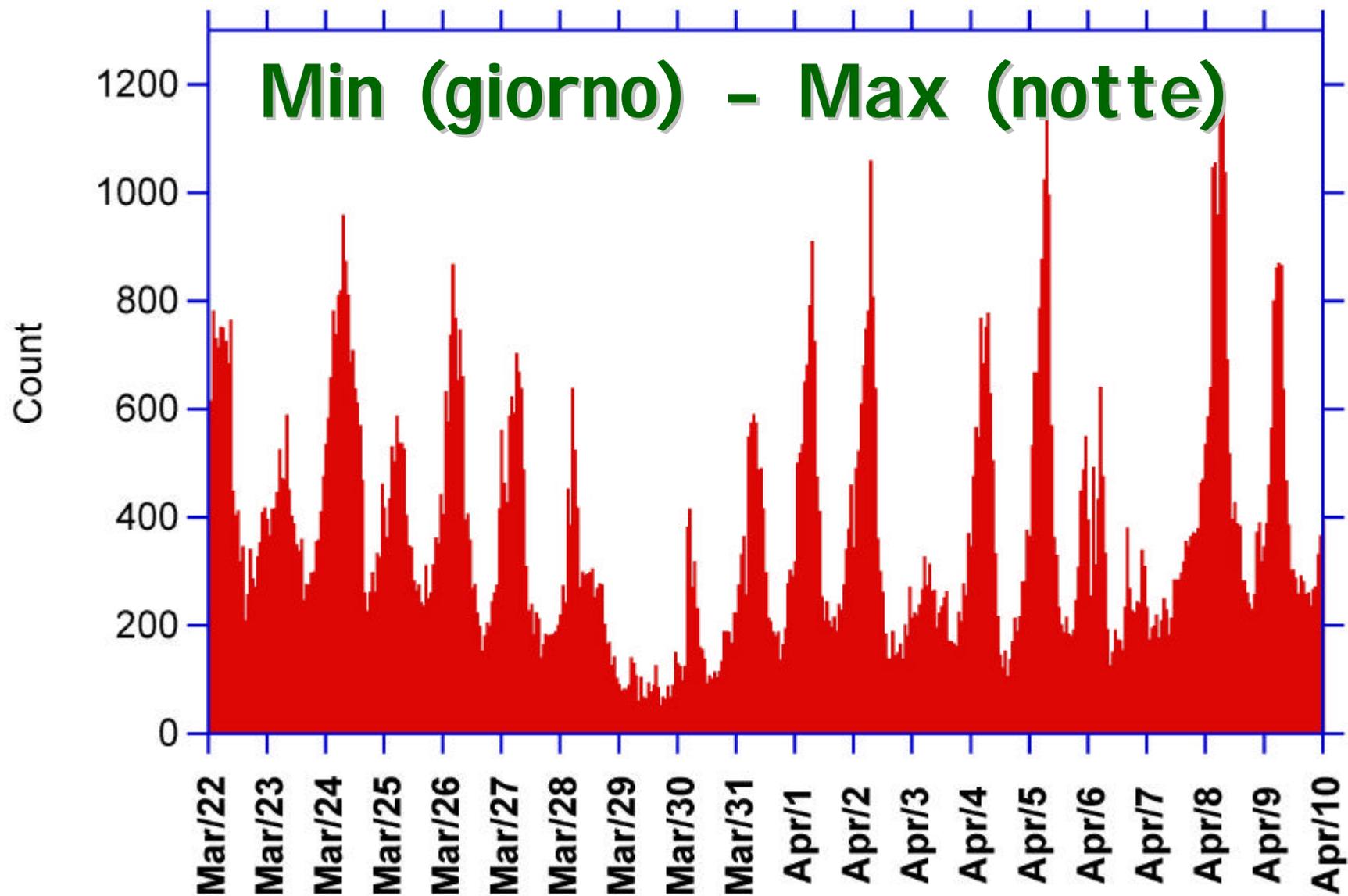


Normal pattern



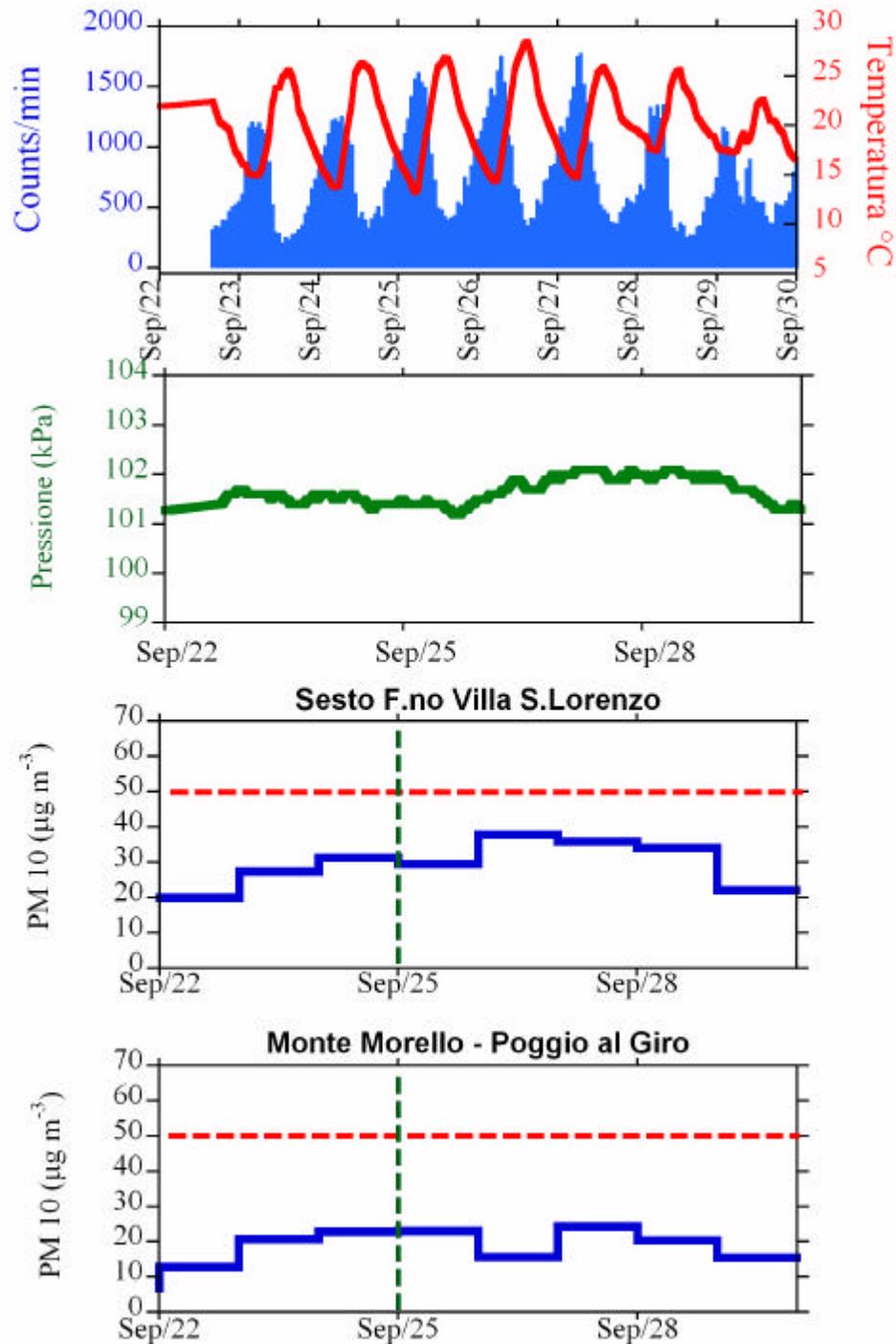
With a temperature inversion

Libera circolazione atmosferica



Formazione strato di inversione

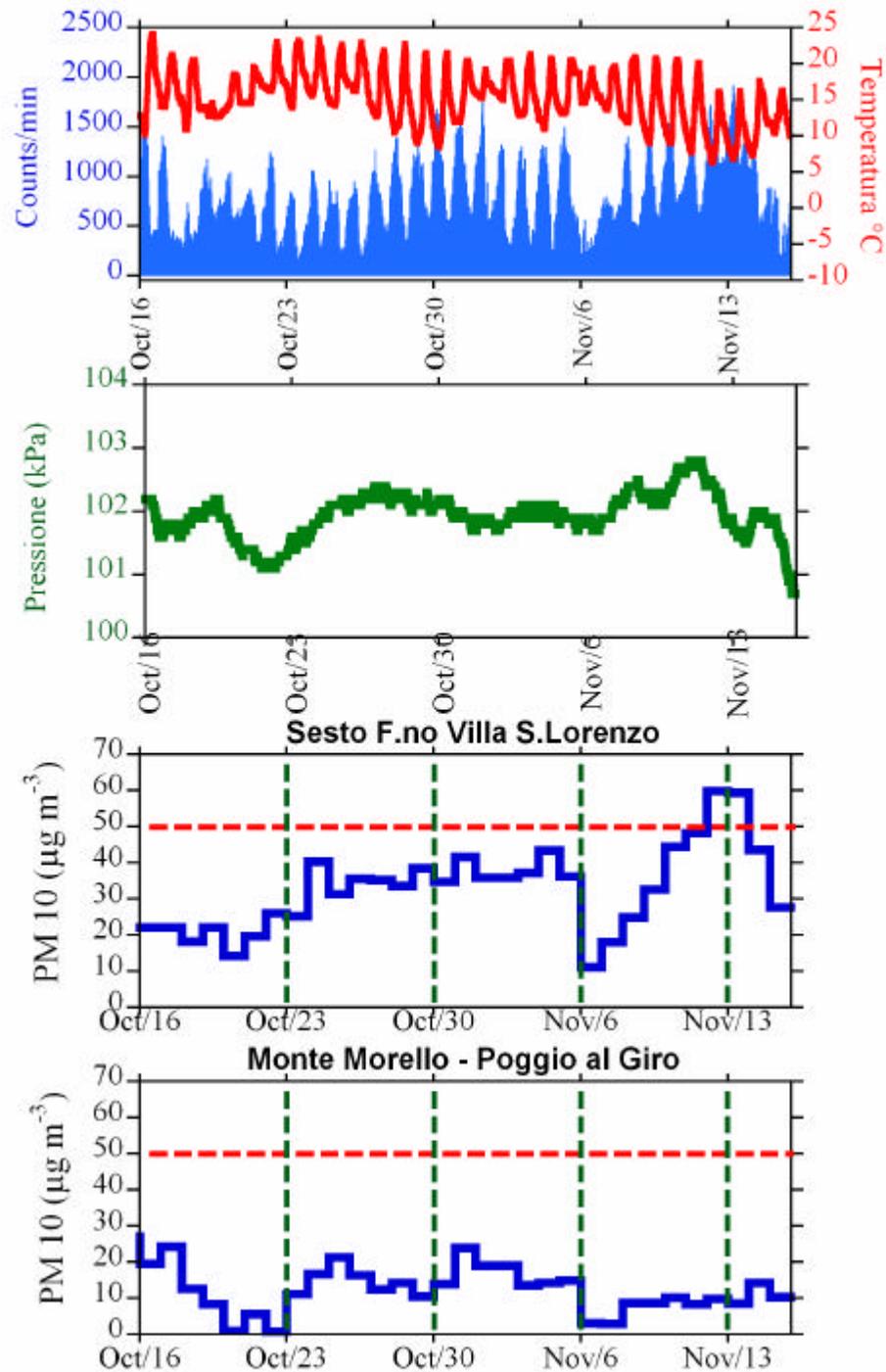




**Efficiente
circolazione
atmosferica
verticale**

**Assenza
superamenti**

**Centro urbano
Stazione rifer.
(700 m s.l.m.)**



**Scarsa
circolazione
atmosferica
verticale
(strato invers.
termica suolo)**

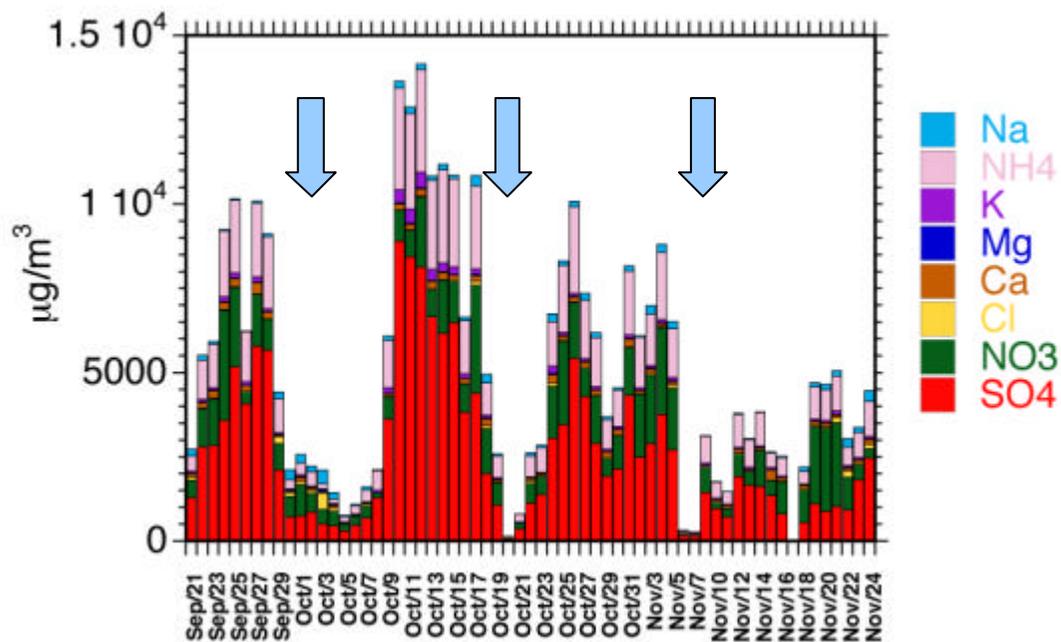
**Superamenti
Centro urbano**

**Valori bassi
Stazione rifer.
(700 m s.l.m.)**

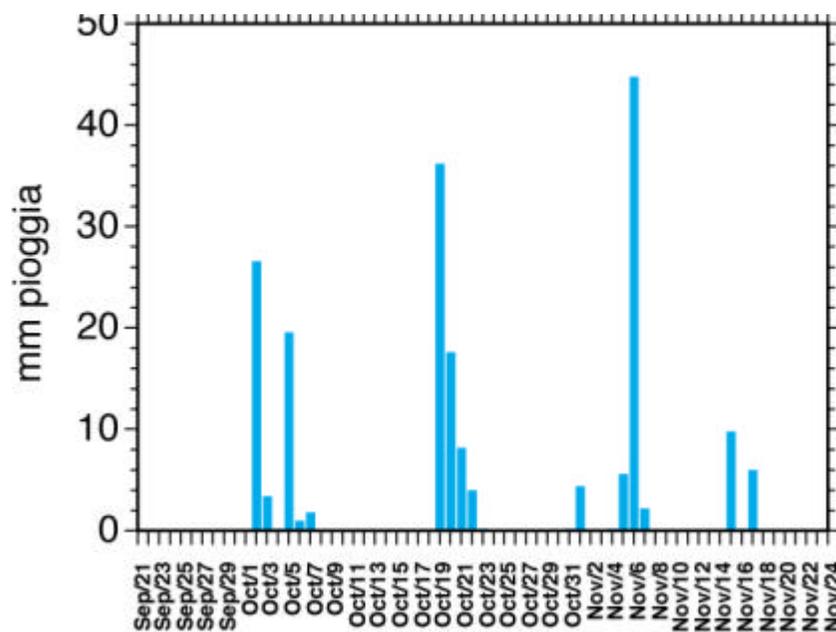
Meccanismi di rimozione

- **Pioggia**
- **Vento**

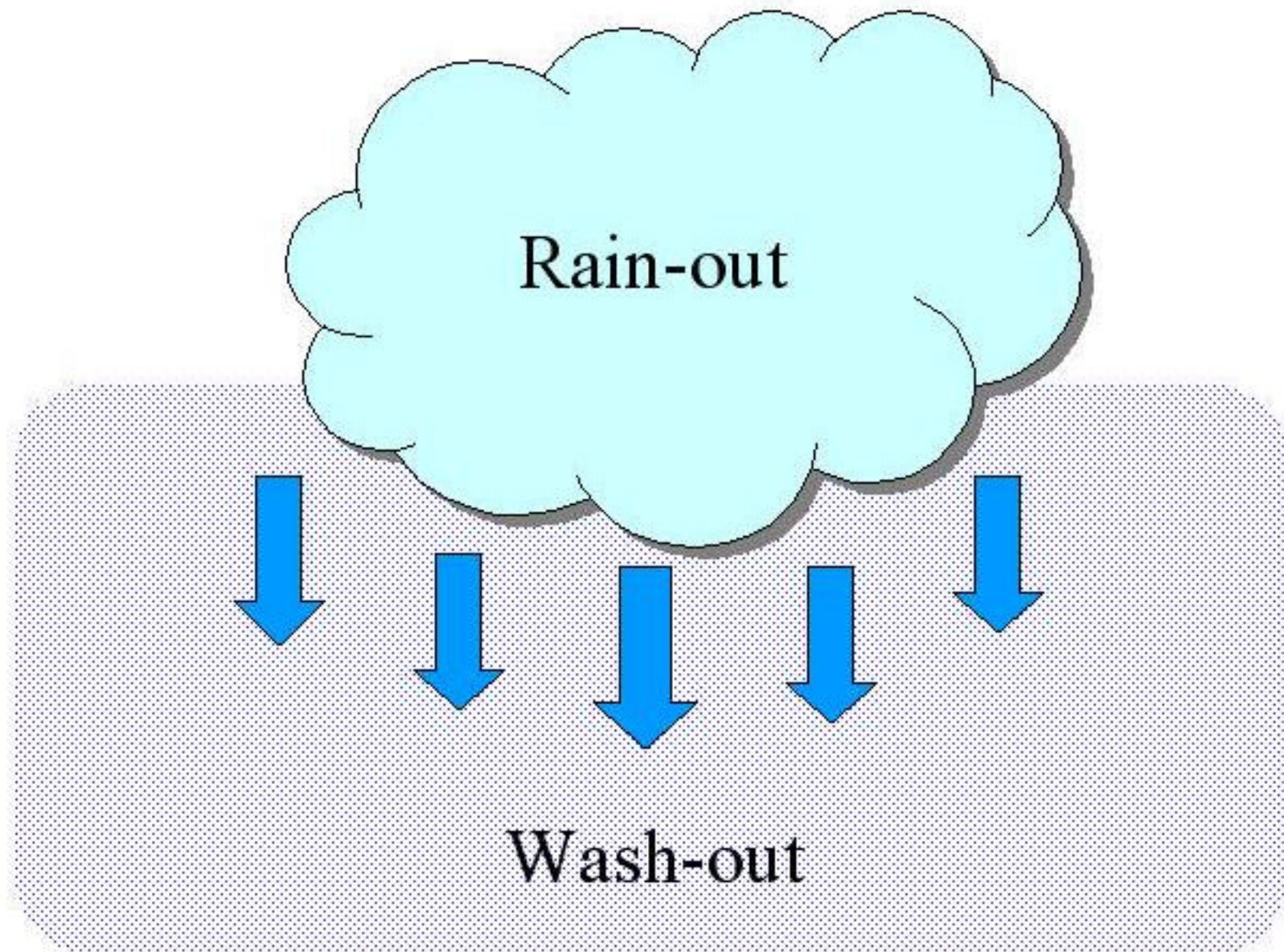
Area Fiorentina - Autunno 2005



**Carico
ionico**

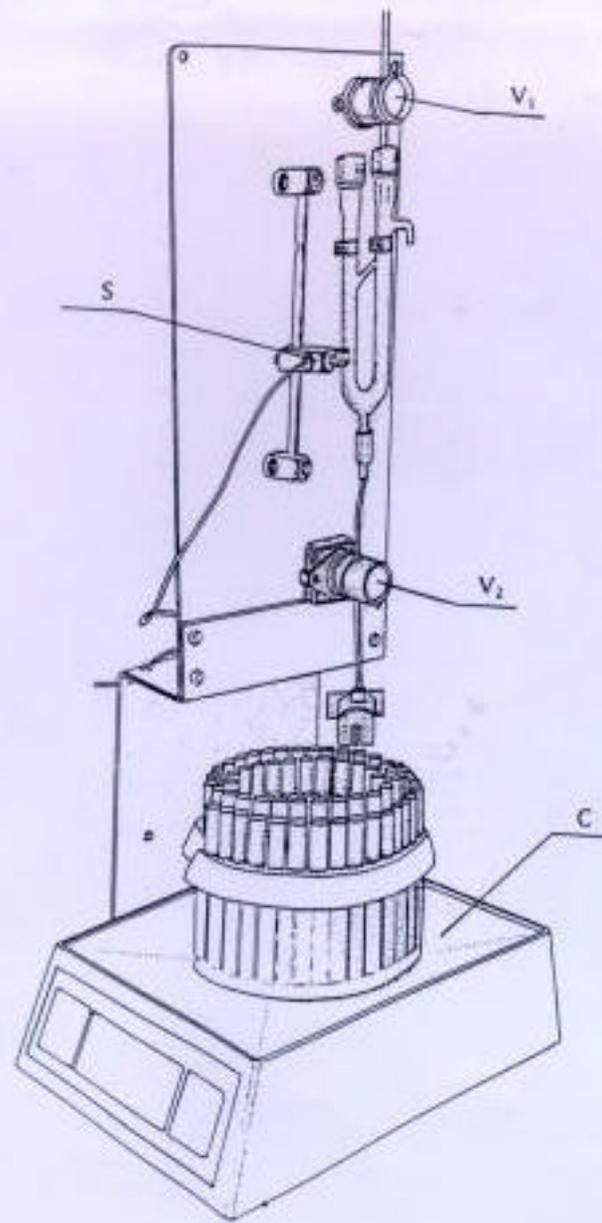


Pioggia

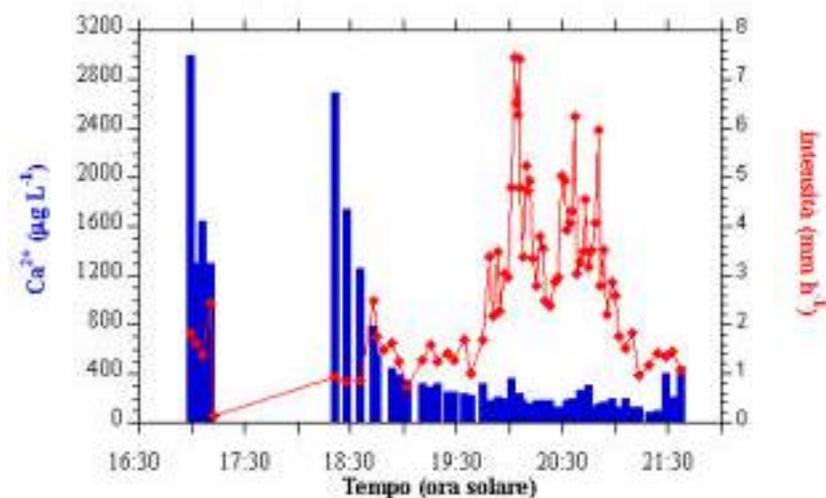
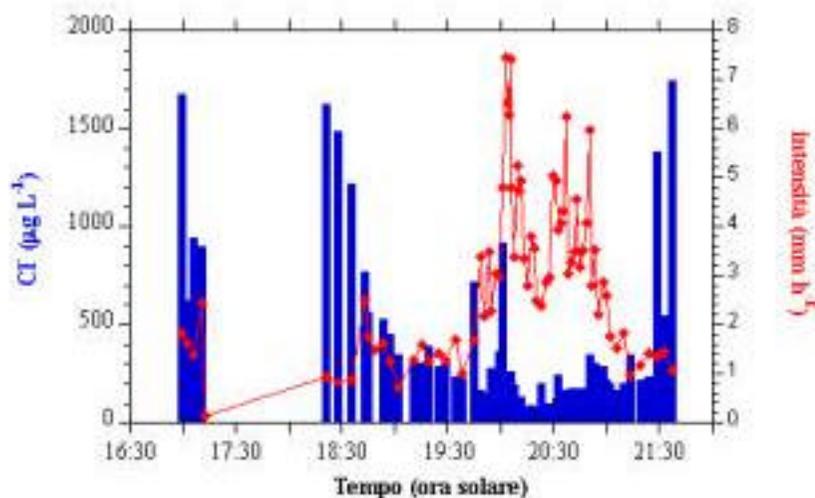
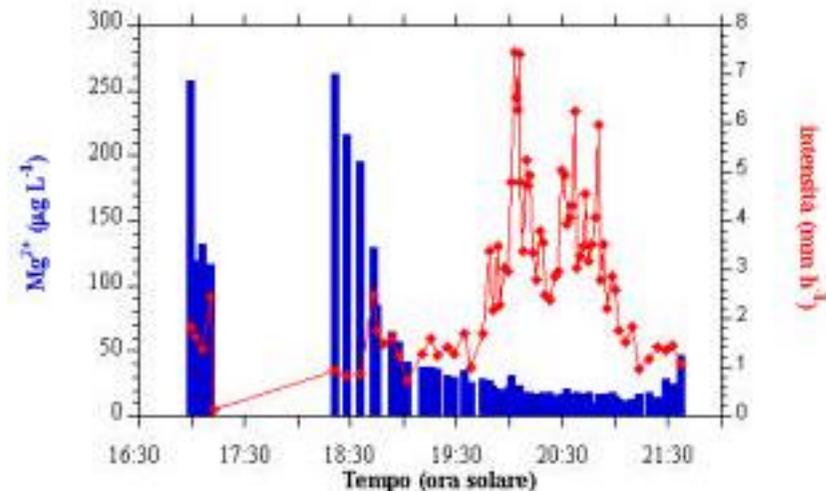
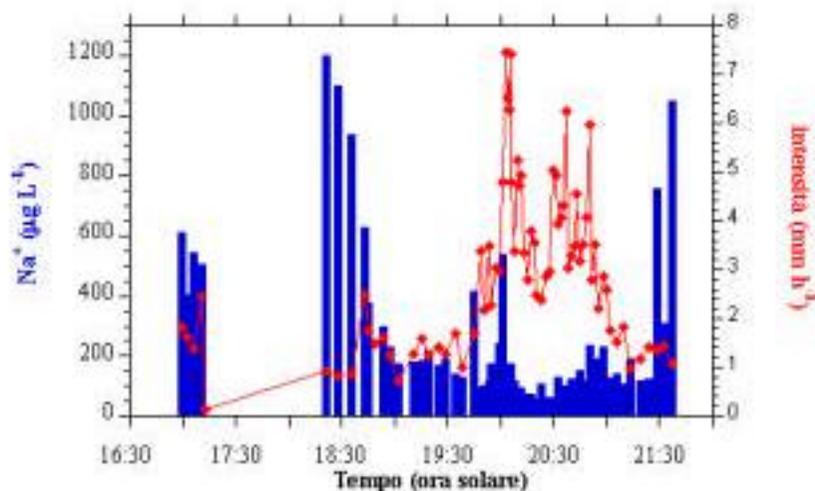


Collettore di frazioni

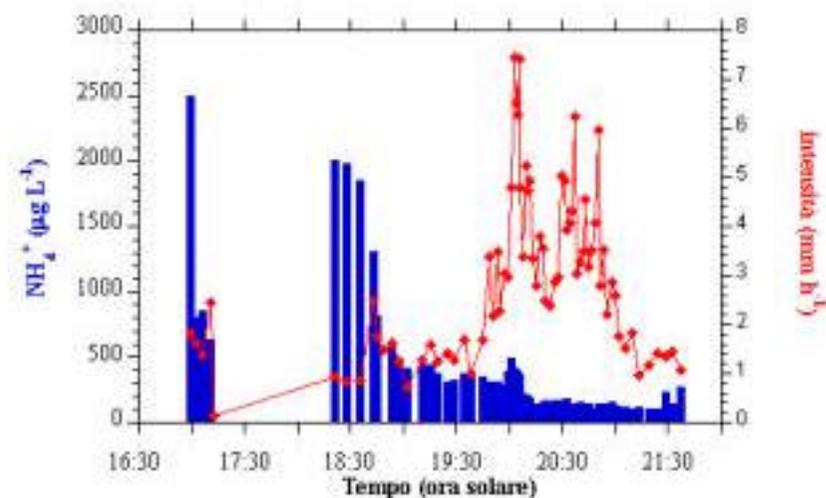
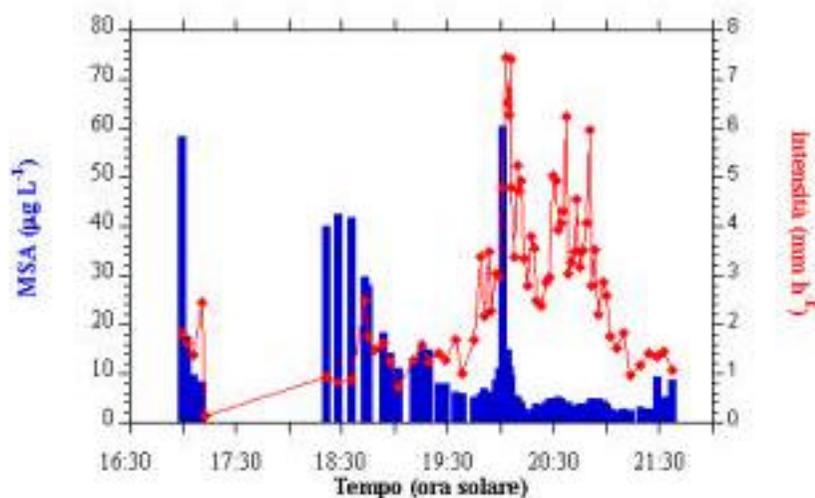
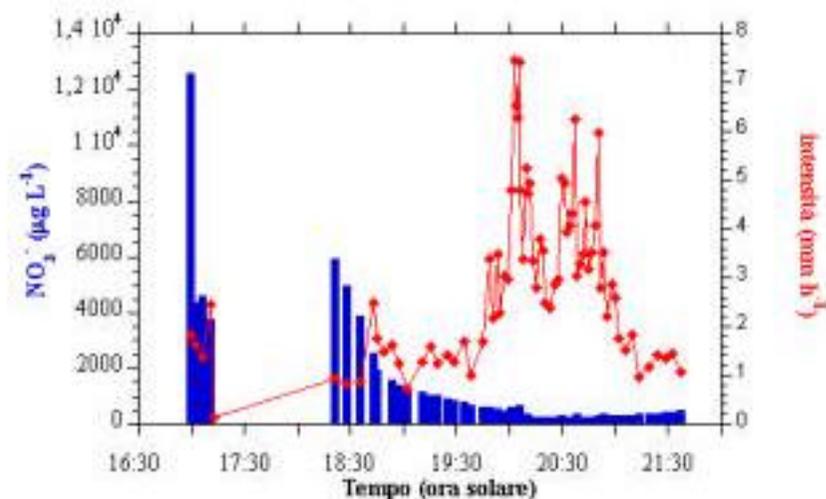
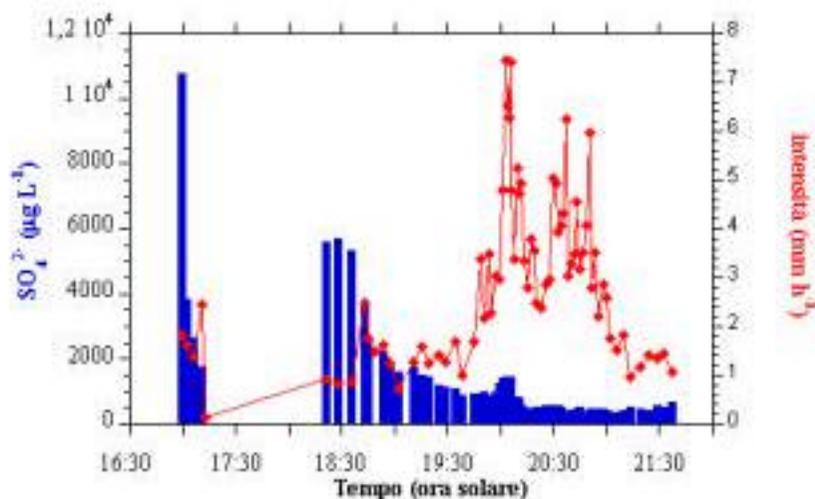
Ogni frazione
corrisponde a 0.1 mm di
precipitazione piovosa



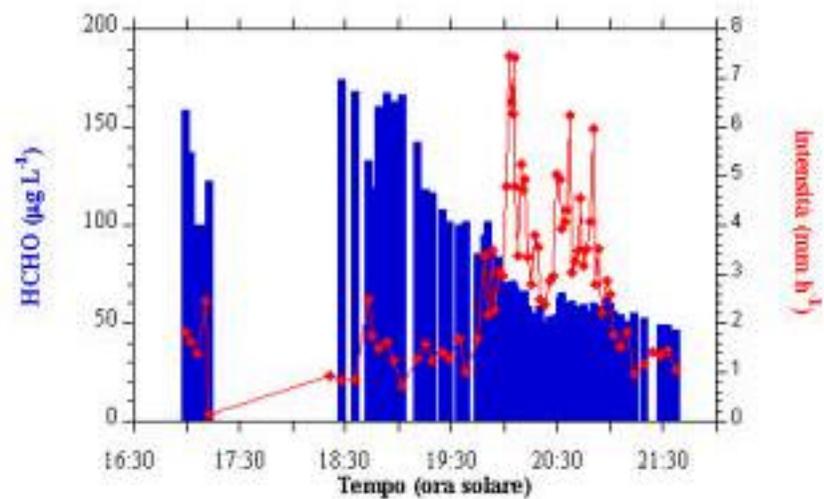
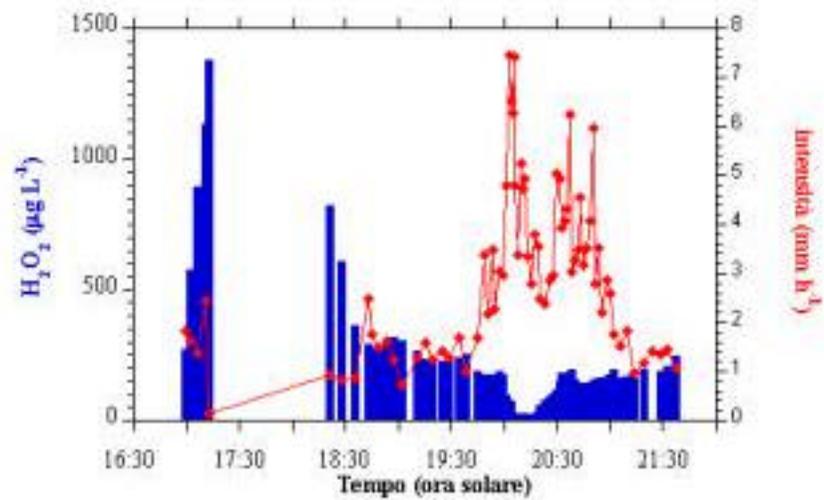
Componenti di origine primaria



Componenti di origine secondaria



Sostanze di origine fotochimica



Conclusioni-1

- La componente inorganica solubile varia dal 20 al 50% del PM10 a seconda della stazione e della stagionalità
- La componente inorganica secondaria (solfati, nitrati, ammonio) varia dal 15 al 30% del PM10. La sua stagionalità è controllata dai solfati in estate e dai nitrati in inverno
- Il contributo degli impianti di riscaldamento è rilevante per la formazione dei nitrati e per il PM10
- La combustione di biomassa è una fonte significativa del PM10 e può essere tracciata con marker specifici
- I metalli tossici non mostrano concentrazioni nel PM10 al di sopra delle linee guida ma vanno monitorati per la loro elevata bio-disponibilità (frazione solubile)

Conclusioni-2

- Le condizioni meteo esercitano un effetto notevole sul PM10. La maggior parte delle punte di concentrazione invernali sono correlabili a condizioni che sfavoriscono la libera circolazione atmosferica (formazione dello strato di inversione termica)
- La pioggia e il vento (soprattutto dai quadranti settentrionali) giocano un ruolo dominante nella rimozione di contaminanti atmosferici ma con minore efficacia per le particelle più piccole
- E' necessario caratterizzare dimensionalmente il particolato (PM2.5, PM1) per evidenziarne le sorgenti, i meccanismi di formazione e i processi di trasporto

**Grazie per
l'attenzione !**

Silvia Becagli

Rita Traversi

Emiliano Castellano

Francesco Rugi

Andrea Morganti

Omar Cerri

Roberto Udisti



LA COMPONENTE CARBONIOSA DEL PM10 IN TOSCANA

Luciano Lepri, Alessandra Cincinelli, Tania Martellini,
Martina Giannoni, Francesco Barzagli e Dario Vannucchi

Dipartimento di Chimica, Via della Lastruccia 3,
50019 Sesto Fiorentino (Firenze)

Fonti della componente carboniosa del PM10



1) Fonti antropiche



Fonti fisse

Impianti termici, processi industriali, caminetti e stufe a legna, incendi boschivi, combustione di sfalci da potatura, etc...

Fonti mobili

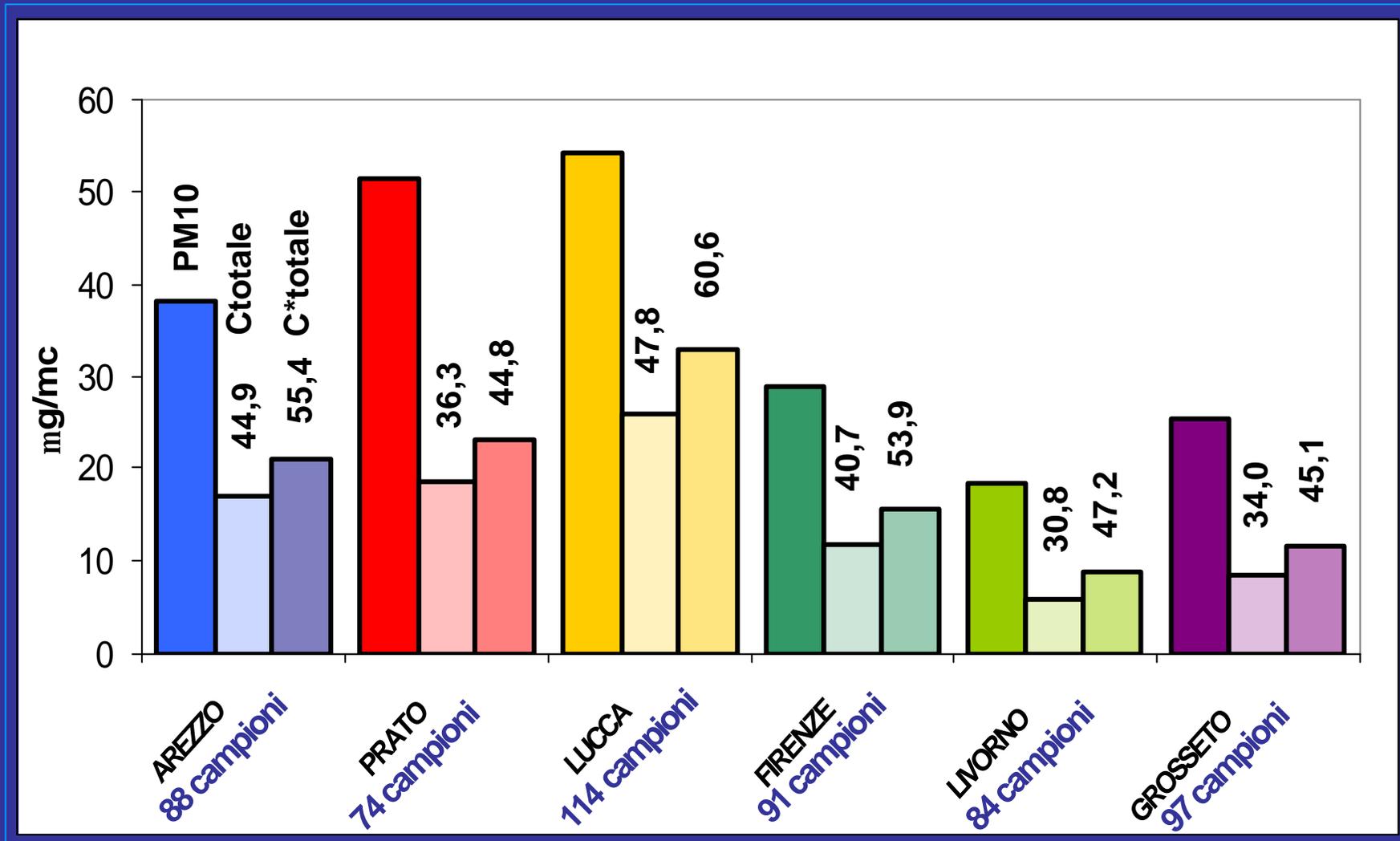
veicoli a benzina e diesel, veicoli a due ruote, veicoli per trasporto pubblico, consumo pneumatici, abrasione dell'asfalto etc...

2) Fonti Biogeniche



Pollini, spore, idrocarburi derivanti da cere cuticolari e conifere, detriti di macerazione delle foglie, etc.

CONCENTRAZIONI PM10, C totale e C totale* IN TOSCANA (SETTEMBRE '05 –MARZO '06)



CLASSIFICAZIONE DELLA COMPONENTE CARBONIOSA

$$C_{\text{totale}} = CO + CE$$

$$C_{\text{totale}}^* = CO^* + CE$$

$$CO^* = CO \times \text{Fattore di conversione}$$

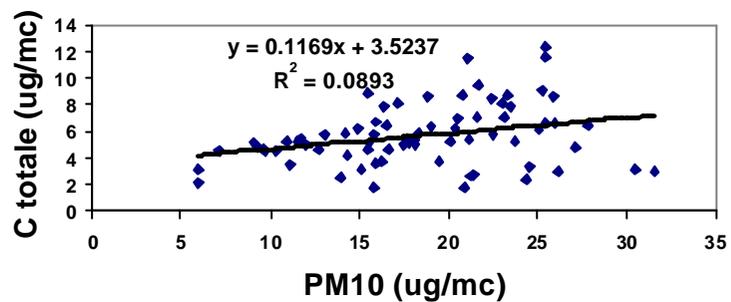
FATTORI CONVERSIONE	ZONA O SORGENTE	Bibliografia
1,3	Urbana traffico	Harrison et al., 2003. Atmos. Env.
1,4	Urbana fondo	Harrison et al., 2003. Atmos. Env.
1,6	Urbana fondo	Turpin and Lim, 2001. Aerosol. Sci. Technol.
2,1	Rurale	Turpin and Lim, 2001. Aerosol. Sci. Technol.
2,2	Carbonio biogenico	Kunit et al., 2006. Atmos. Env.

**MEDIA DEL RAPPORTO OC/EC NEL PERIODO DI
ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO
(NOVEMBRE – MARZO) E DETERMINAZIONE DELLA
PERCENTUALE DI C_{ORGANICO}**

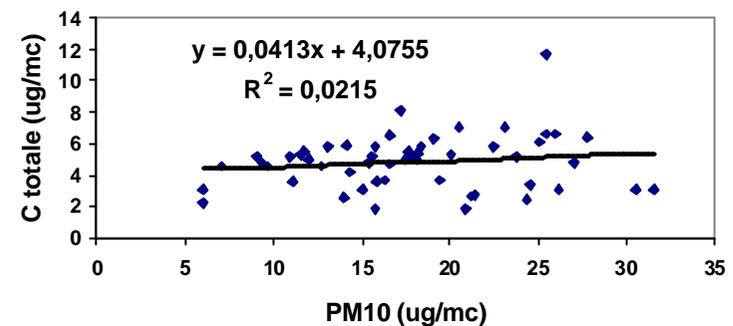
STAZIONE	CO/CE Valore medio	CO/CE Valore massimo	CO/CE Valore minimo	%CO
Arezzo	3,5	6,1	1,8	77,8
Prato	3,6	5,2	1,6	78,3
Lucca	8,5	13,1	4,2	89,5
Firenze	4,3	7,5	1,8	81,1
Grosseto	nd	nd	nd	nd
Livorno	7,8	10,9	5,9	88,6

CORRELAZIONE FRA CARBONIO TOTALE E CONCENTRAZIONE DI PM10

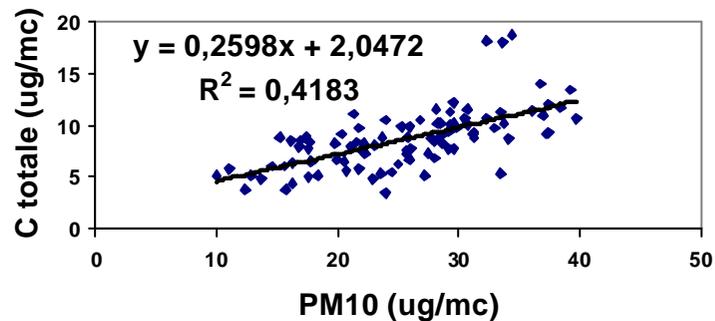
LIVORNO (Settembre-Marzo)



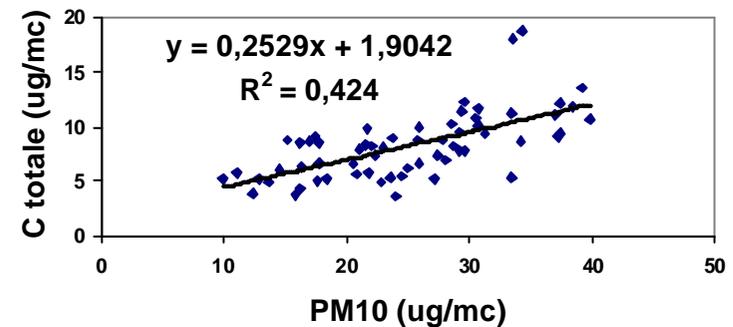
LIVORNO (Novembre-Marzo)



GROSSETO (Settembre-Marzo)

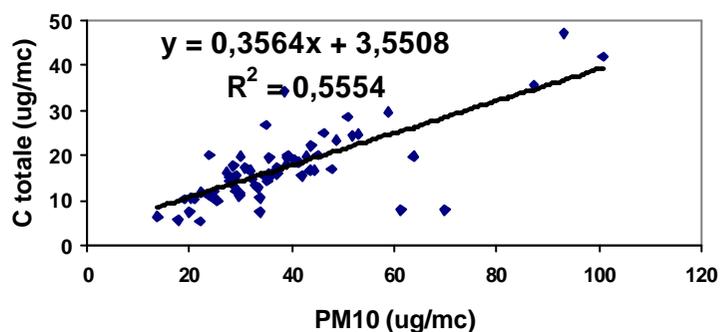


GROSSETO (Novembre-Marzo)

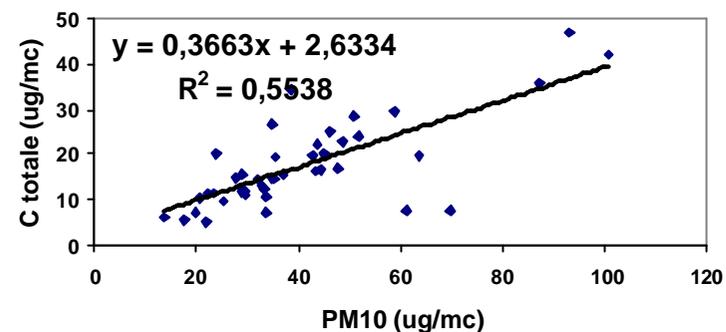


CORRELAZIONE FRA CARBONIO TOTALE E CONCENTRAZIONE DI PM10

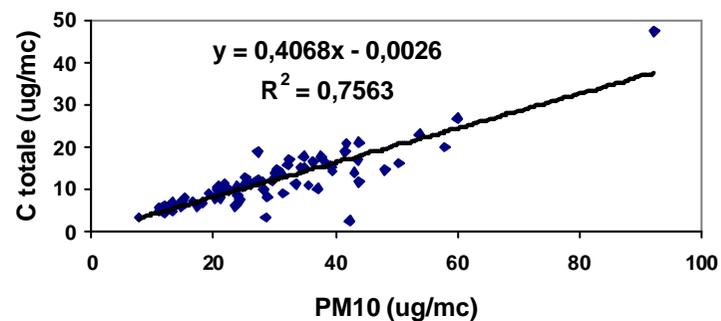
AREZZO (Settembre-Marzo)



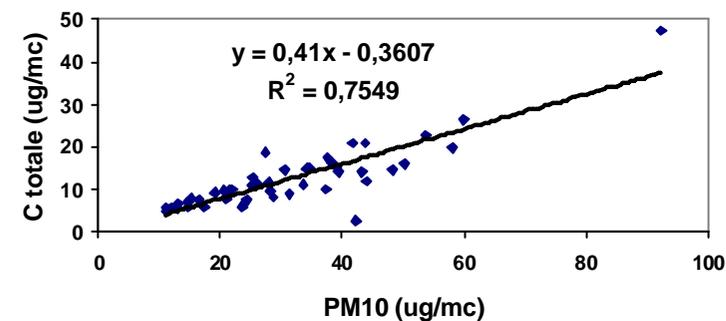
AREZZO (Novembre-Marzo)



FIRENZE (Settembre-Marzo)

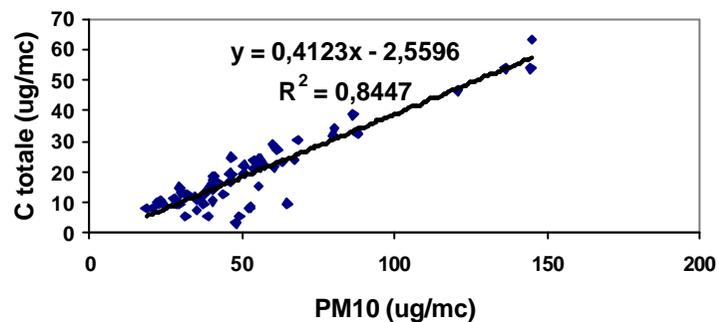


FIRENZE (Novembre-Marzo)

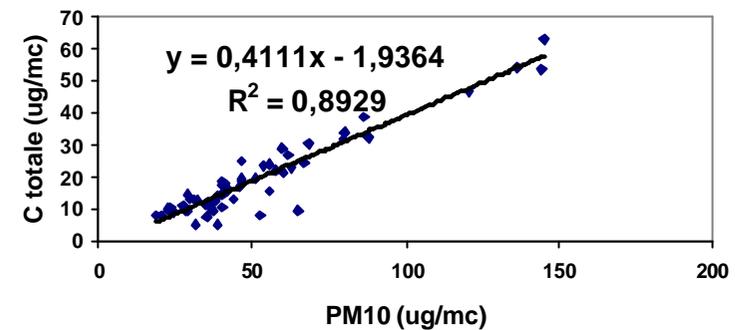


CORRELAZIONE FRA CARBONIO TOTALE E CONCENTRAZIONE DI PM10

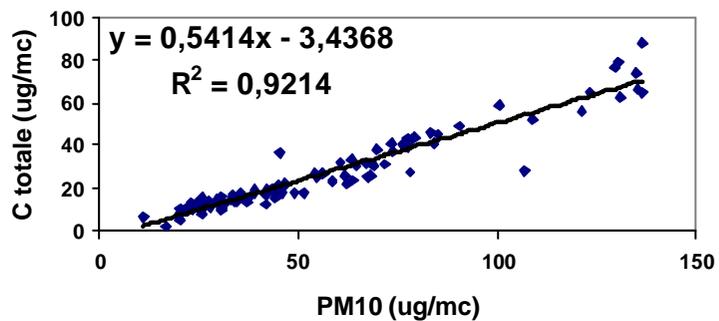
PRATO (Settembre-Marzo)



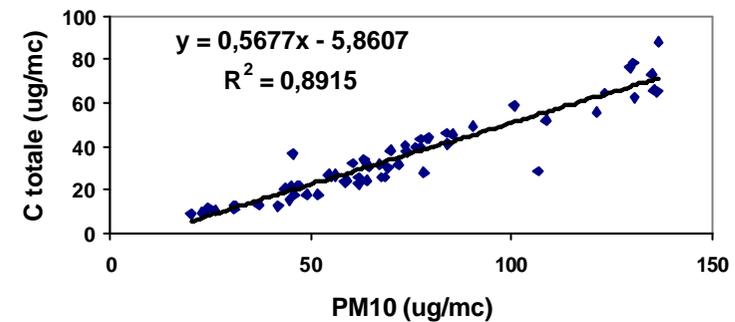
PRATO (Novembre-Marzo)



LUCCA (Settembre-Marzo)



LUCCA (Novembre-Marzo)



**Stazioni in cui si sono verificati superamenti nel periodo
Novembre '05- Marzo '06 e relativa concentrazione media
del C totale* e della sua % nei campioni di PM10**

STAZIONE	Superamenti PM10	Conc. media C*_{tot} (mg/mc) nei superamenti	%C*_{tot} su PM10 nei superamenti	%C*_{tot} su PM10
LUCCA	SI	52,89	62,6	60,6
PRATO	SI	34,45	46,6	44,8
AREZZO	SI	32,87	47,6	55,4
FIRENZE	SI	35,17	56,0	53,9
GROSSETO	NO	-	-	47,3
LIVORNO	NO	-	-	45,1

STIMA DEL CARBONIO ORGANICO SECONDARIO

$$\text{CO}_{\text{Secondario}} = \text{CO} - \left[\frac{\text{CO}}{\text{CE}} \right]_{\text{Primario}} \times \text{CE}$$

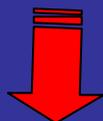
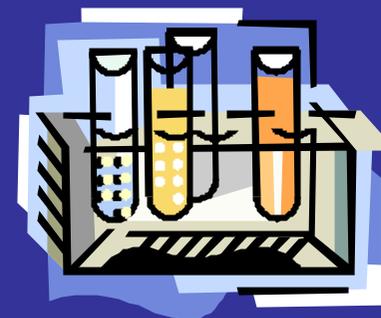
(Turpin and Hunzicker
Atmos. Env. 1995)

Viene considerato il rapporto più basso tra tutti
quelli determinati

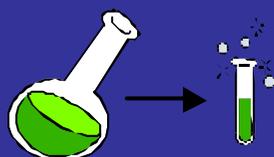
STAZIONE	CO secondario (mg/mc)	%CO secondario su C* _{totale}	%CO secondario su PM10
Arezzo	6,48	30,6	17,0
Prato	8,12	35,2	15,8
Lucca	11,73	35,7	21,6
Firenze	5,46	35,2	19,0
Livorno	1,15	14,1	6,7

Analisi della frazione di carbonio organico estraibile con una miscela di esano/diclorometano

Estrazione dei filtri in quarzo
con ESANO/DICLOROMETANO (2 : 1)
(Ultrasuoni + agitazione magnetica)



Anidrificazione
con Na_2SO_4



Concentrazione
Sotto N_2



Analisi GC/MS

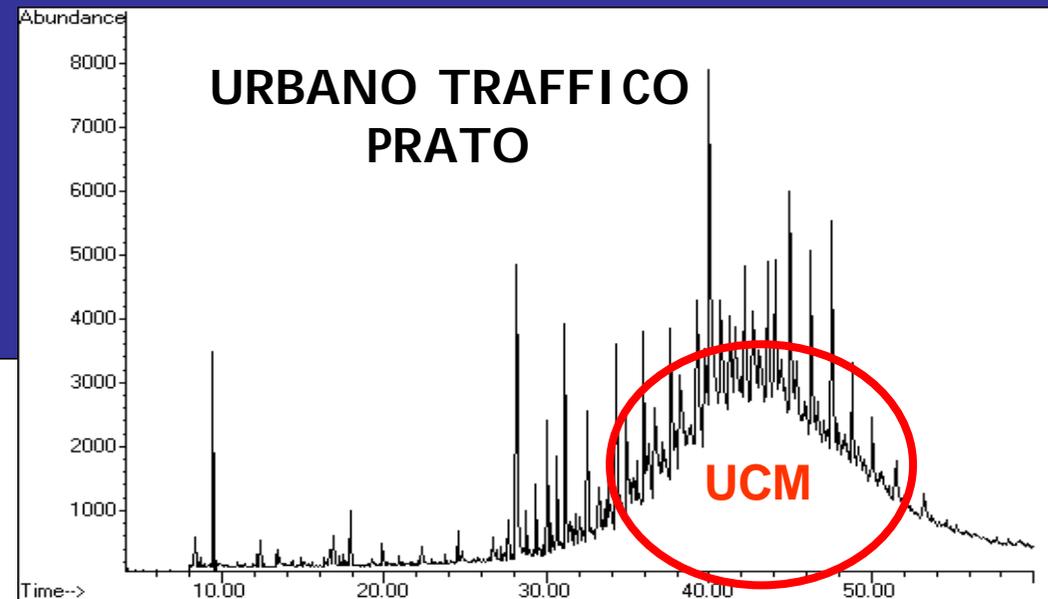
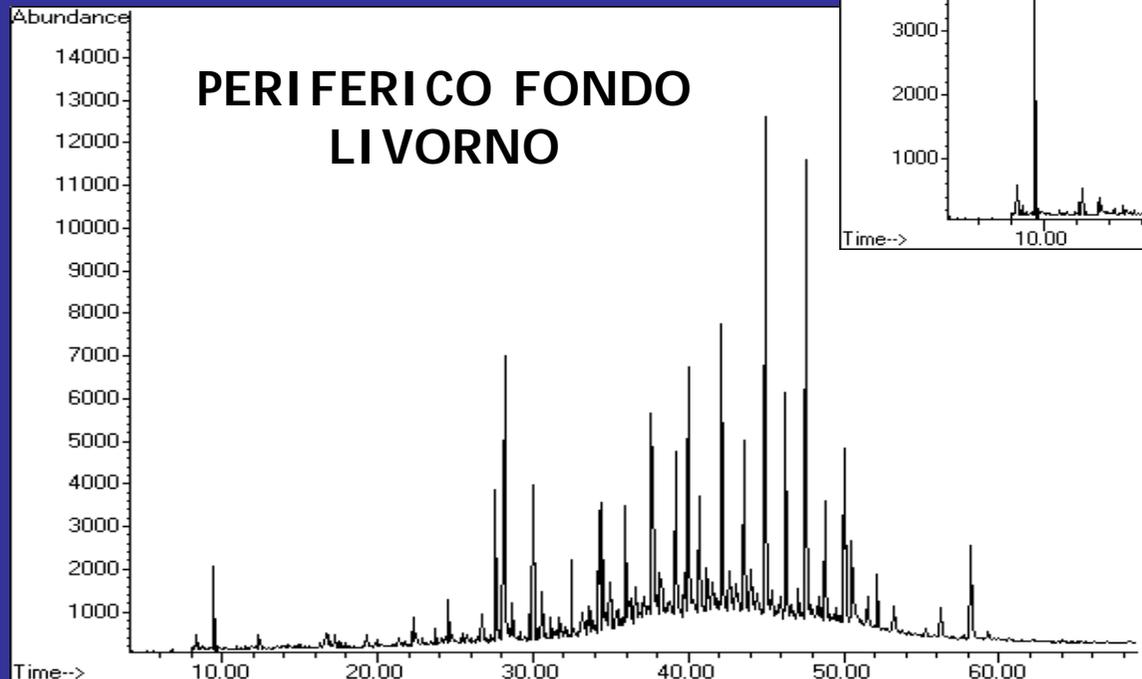
DETERMINAZIONE DI:
n-ALCANI E IPA

References:

•Cincinelli, Mandorlo, Dickhut, Lepri. Atmospheric Environment, 2003; 37, 3125 – 3133.

•Cincinelli, ..., Martellini, Lepri. Chemosphere. Available on-line 20 febbraio 2007

PROFILO GAS-CROMATOGRAFICO DEGLI IDROCARBURI ALIFATICI PER UNA STAZIONE URBANA TRAFFICO E PERIFERICA FONDO



CONCENTRAZIONE DI BENZO(a)PIRENZE (ng/mc) NEL PERIODO SETTEMBRE 2005 –MARZO 2006

	Valore di concentrazione medio ng/mc	Valore massimo ng/mc	Valore minimo ng/mc
AREZZO	0,822	3,992	0,013
PRATO	2,101	15,400	0,021
LUCCA	0,998	4,169	0,017
FIRENZE	0,465	3,682	0,014
GROSSETO	0,156	0,768	0,011
LIVORNO	0,142	0,842	0,012

° Concentrazione misurata il 31 Dicembre 2006

° Concentrazione misurata escludendo i dati del 31 Dicembre 2005 e del 1 gennaio 2006

**La Direttiva 2004/107/CE impone un valore
obiettivo di concentrazione di 1 ng/mc come
media annuale riferito al Benzo(a)pirene da
rispettare al 2012**

ANALISI MULTIVARIATA IN COMPONENTI PRINCIPALI (PCA) APPLICATA A 3 SITI PER INDIVIDUARE LE FONTI DELLA COMPONENTE CARBONIOSA

LUCCA



Combustione di legna e biomasse
Pirolisi di combustibili fossili
Combustione di carbone e kerosene,
Veicoli a benzina e diesel
Combustione di gas naturale

Traffico veicolare (diesel e benzina)
Combustione di carbone e kerosene,
Combustione di legno e biomasse

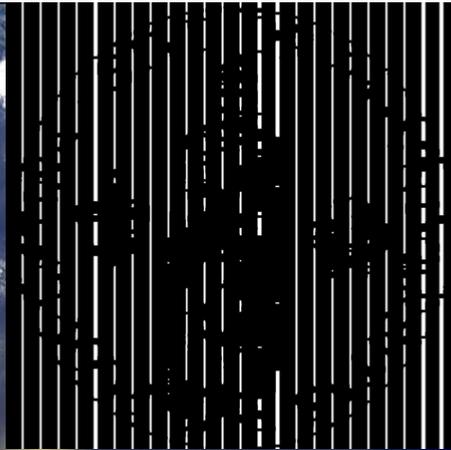


LIVORNO

AREZZO



Riscaldamento domestico
Pirolisi di combustibili fossili
Traffico veicolare
Combustione di oli e kerosene



Il contributo dell' aerosol di origine naturale

Franco Lucrelli, Massimo Chiari, Silvia Nava, Leonardo Paperetti

Università degli Studi di Firenze

&

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - Firenze



Aerosol di origine naturale



Trasporto di
Componente cristallina Sahariana
particelle solide generate da differenti
tipologie di suolo o di terreno, sono
costituite da complesse miscele di vari
minerali.



Come e' possibile identificare gli eventi naturali più importanti?

Eventi naturali, quali il trasporto di aerosol marino e di polveri sahariane, possono essere identificati :

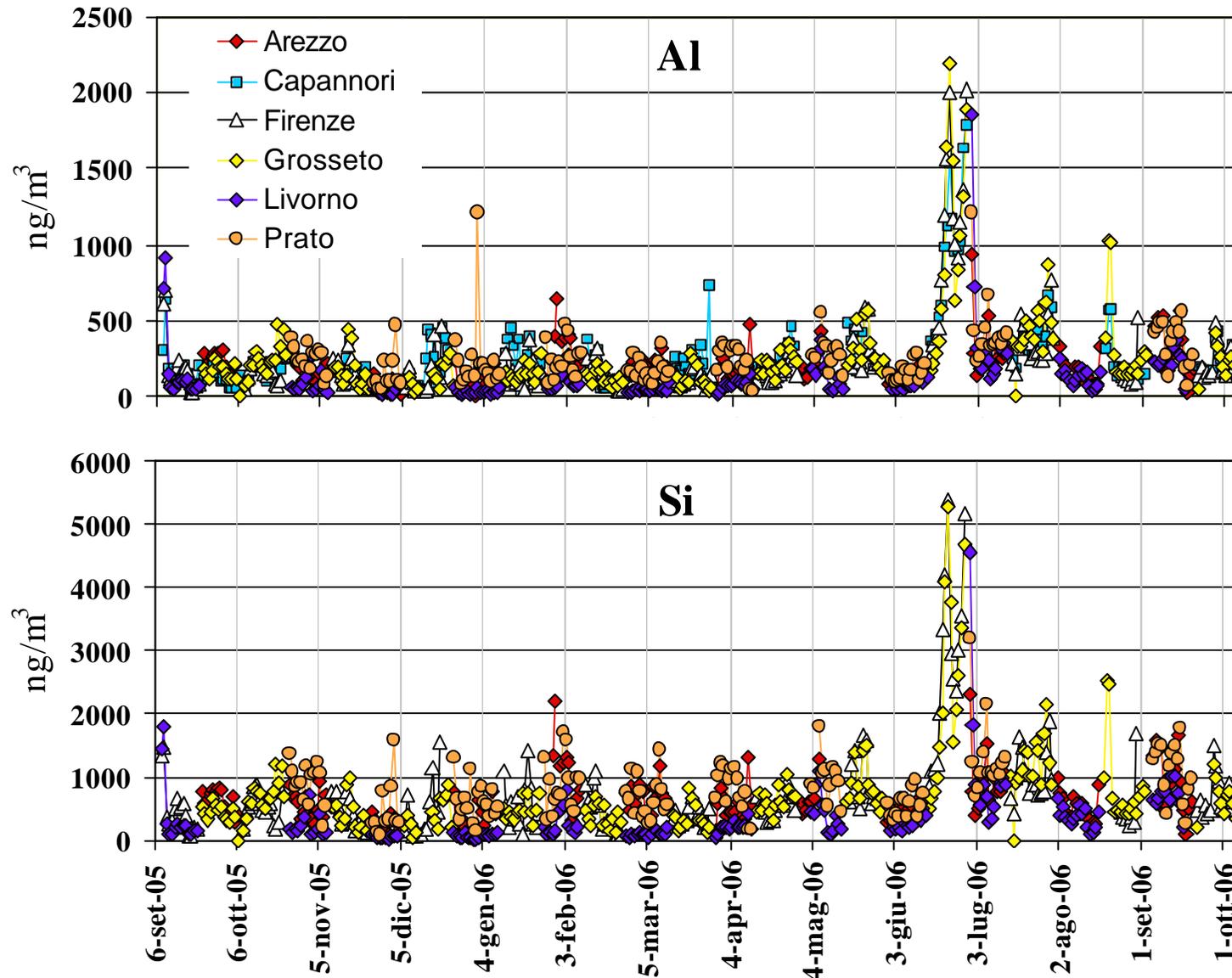
- dall' incremento della concentrazione di alcuni composti/elementi

Polveri del suolo: Al, Si, Sr, Ti, Ca, Fe,...

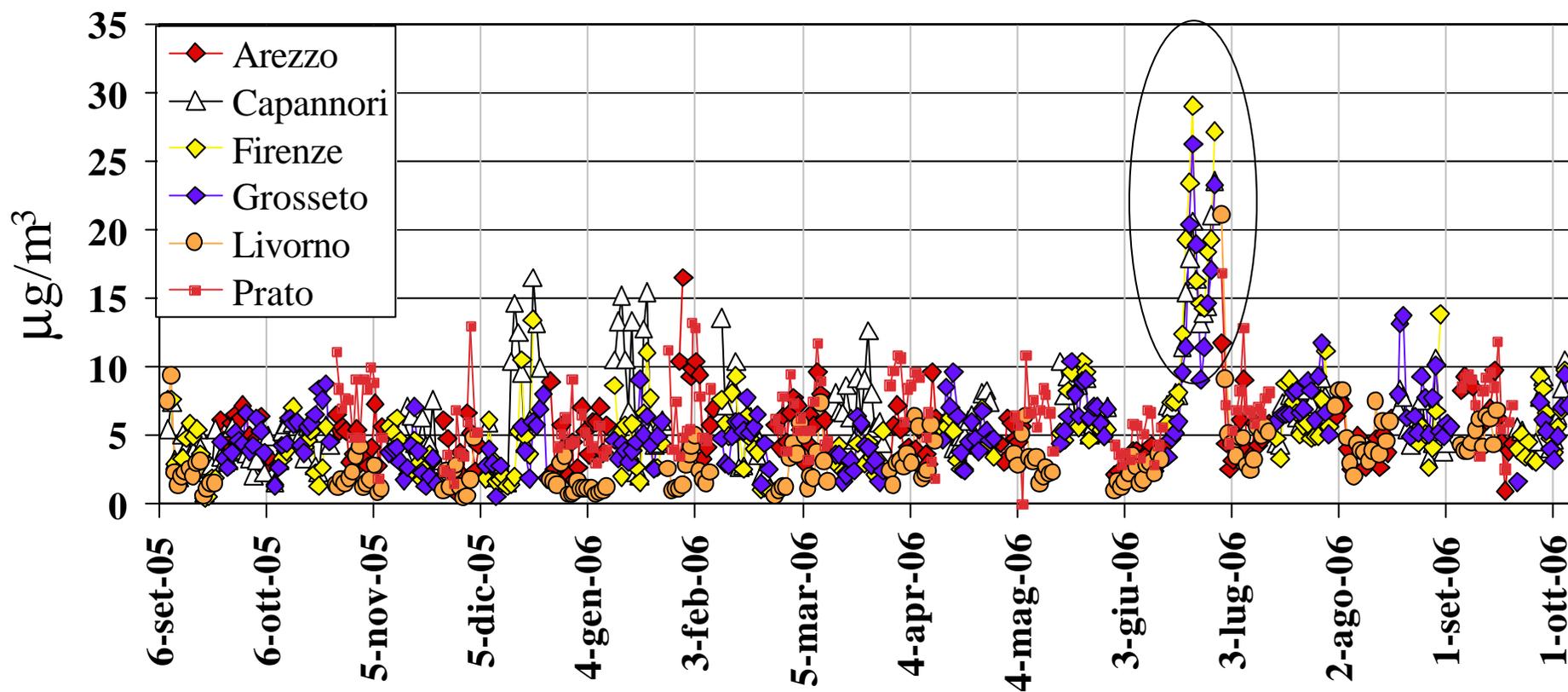
Aerosol marino: Na, Cl, Mg, ...

- dai rapporti relativi fra le concentrazioni dei diversi composti/elementi presenti nel particolato
- dallo studio del trasporto delle masse d'aria (studio delle retrotraiettorie).

Componente Crostale

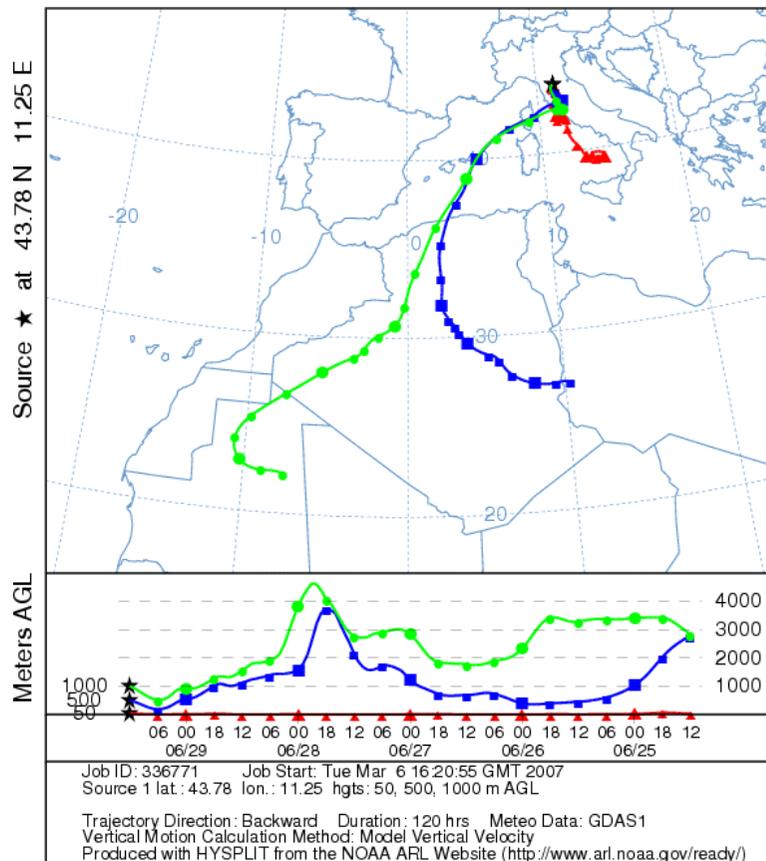


Componente Crostale

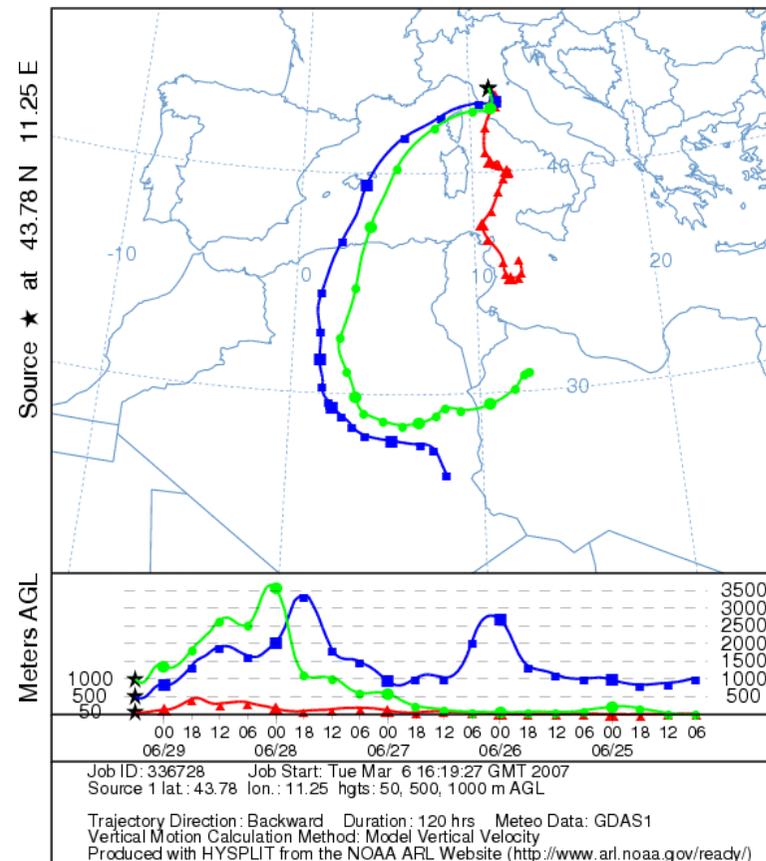


Come facciamo a essere sicuri che sia trasporto di sabbia Sahariana?

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 12 UTC 29 Jun 06
GDAS Meteorological Data



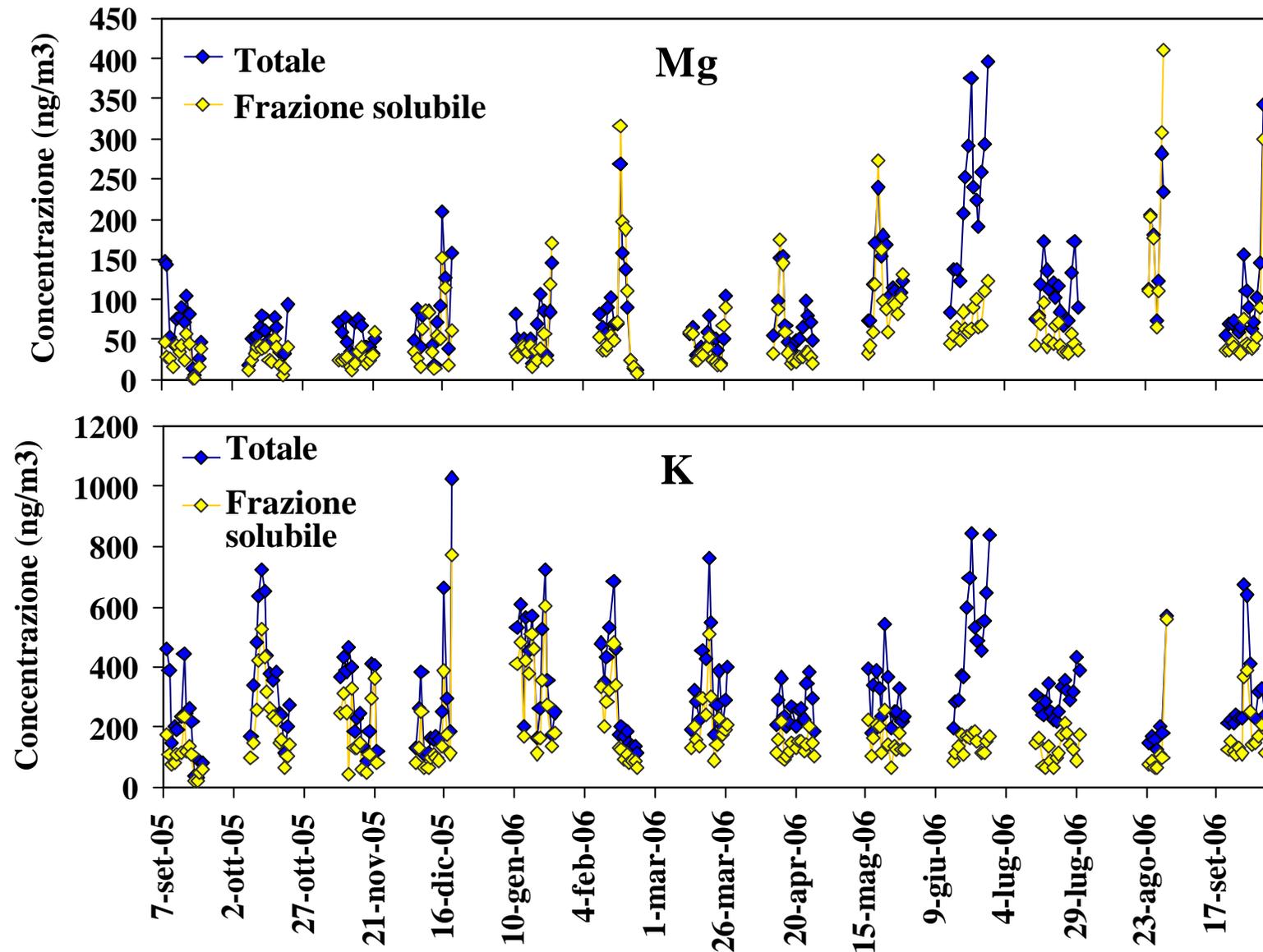
NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 06 UTC 29 Jun 06
GDAS Meteorological Data



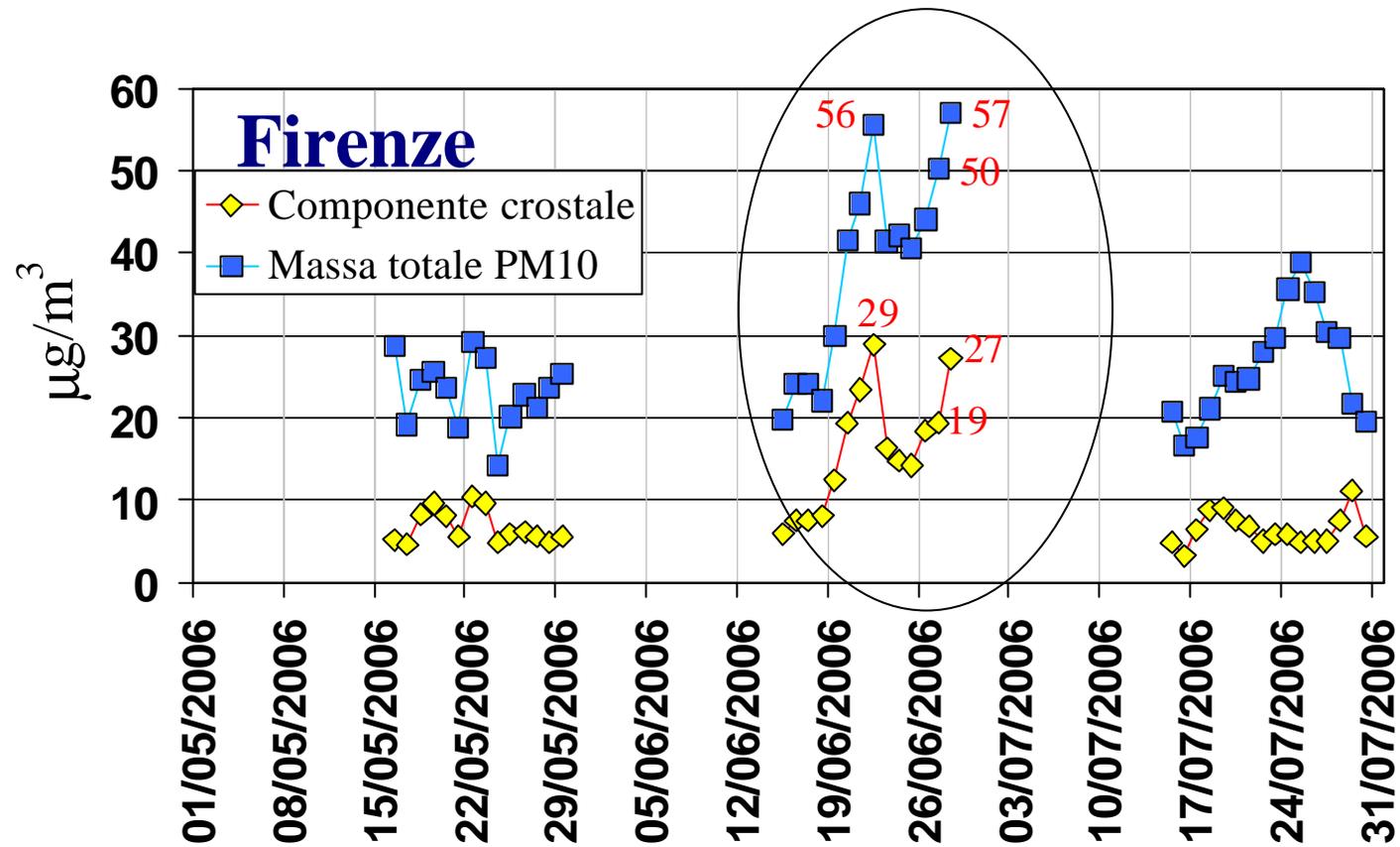
Come facciamo a essere sicuri che sia trasporto di sabbia Sahariana?

		<i>Al/Fe</i>	<i>Si/Fe</i>	<i>Ti/Fe</i>	<i>Ca/Ti</i>	<i>Al/Ca</i>	<i>Si/Ca</i>
<i>Capannori</i>	media annuale	0,4	1,3	0,04	61	0,2	0,6
	giorni sahara	1,0	2,5	0,08	31	0,4	1,0
<i>Firenze</i>	media annuale	0,4	1,3	0,04	47	0,2	0,7
	giorni sahara	0,9	2,5	0,08	36	0,3	0,9
<i>Grosseto</i>	media annuale	0,6	1,6	0,05	55	0,2	0,6
	giorni sahara	1,1	2,7	0,09	28	0,5	1,1

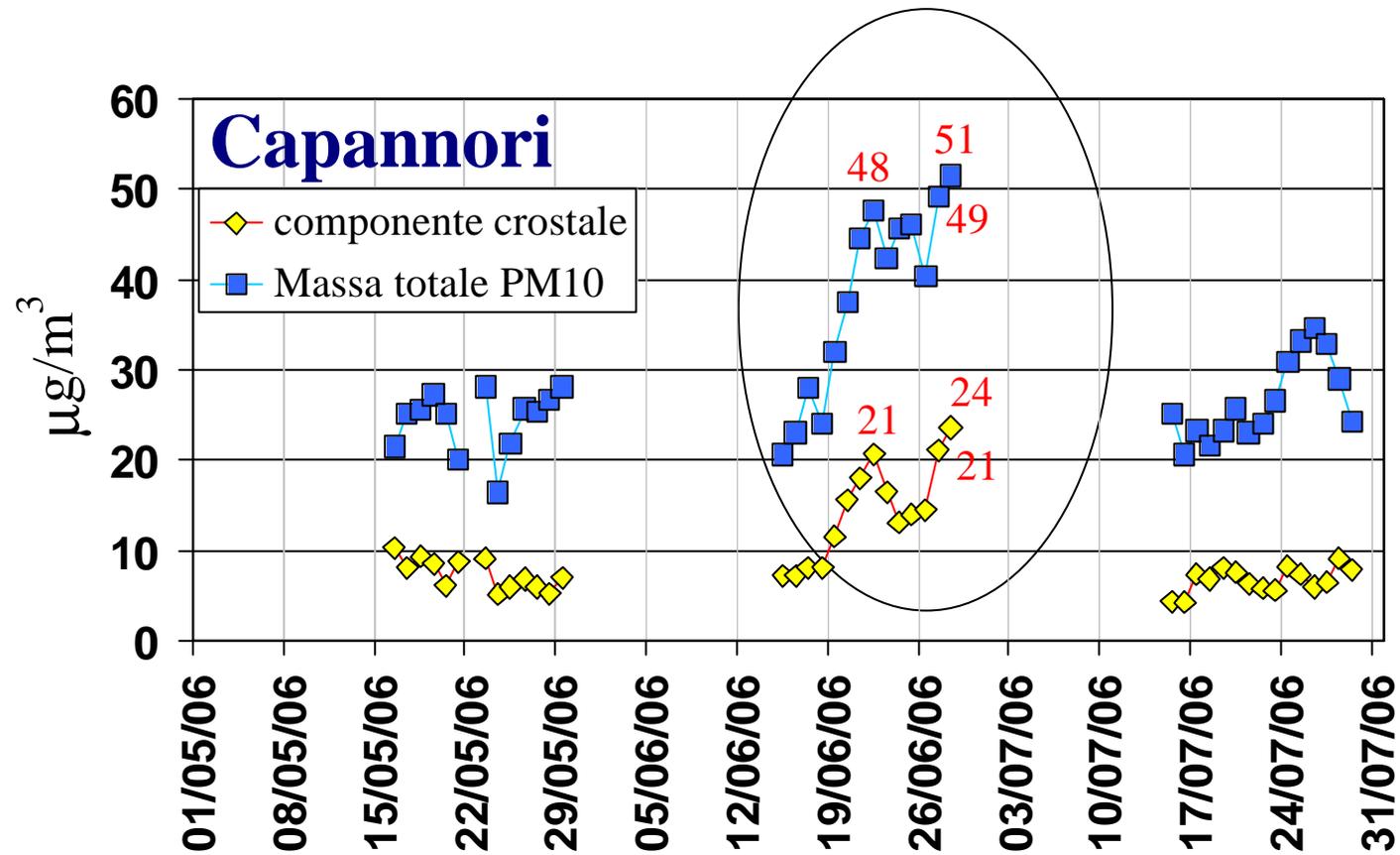
Come facciamo a essere sicuri che sia trasporto di sabbia Sahariana?



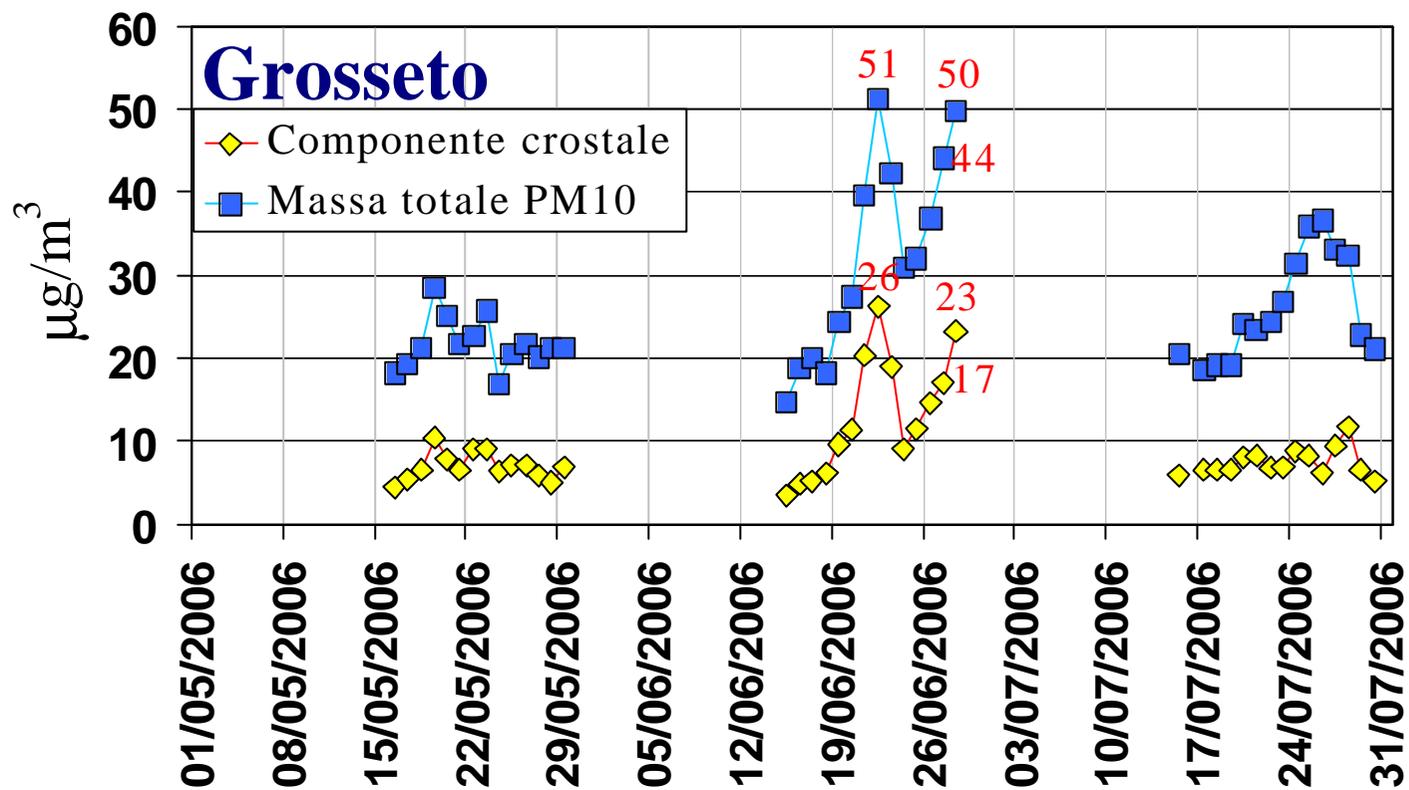
Episodio di trasporto di sabbia Sahariana a fine giugno 2006



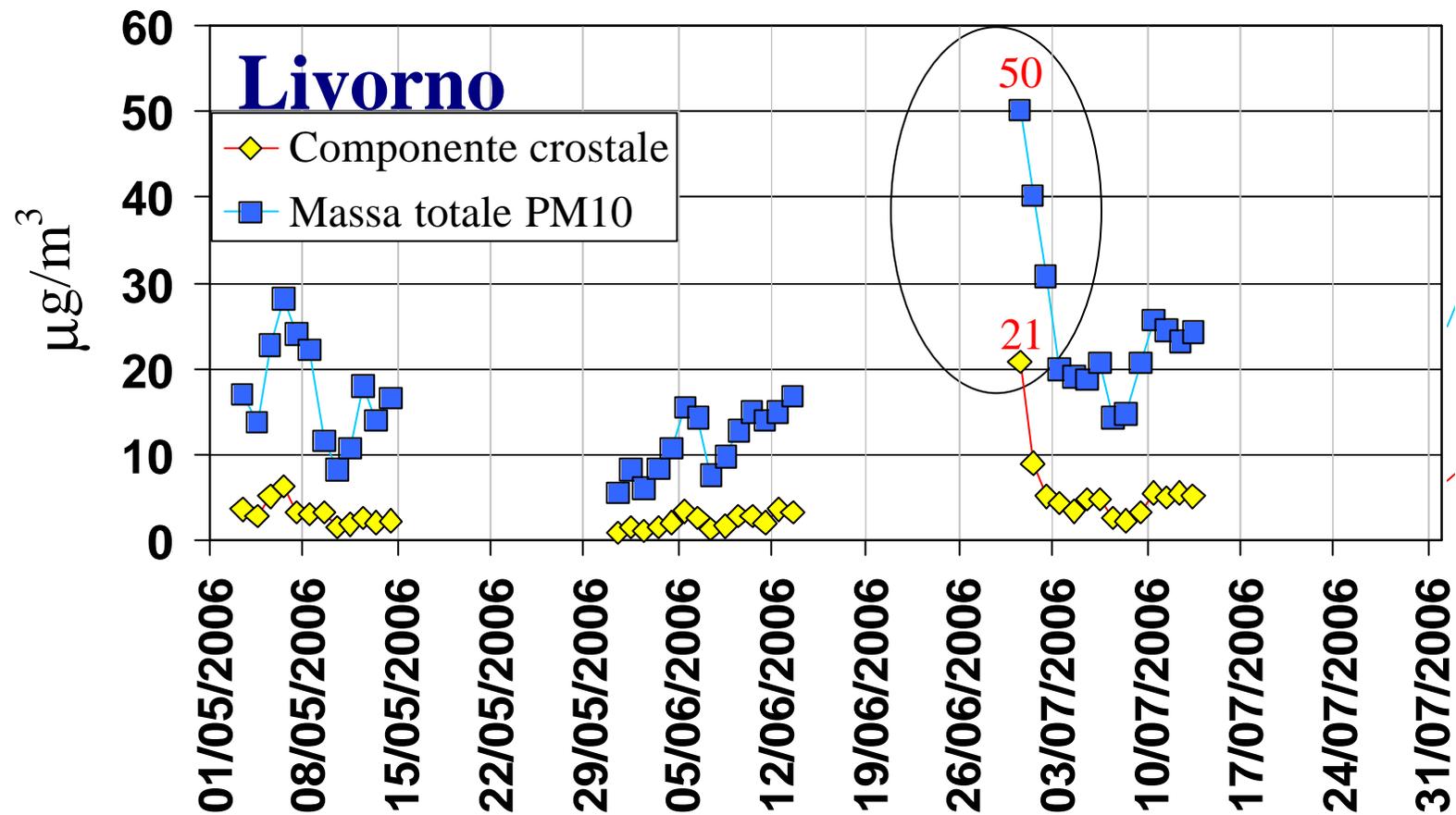
Episodio di trasporto di sabbia Sahariana a fine giugno 2006



Episodio di trasporto di sabbia Sahariana a fine giugno 2006

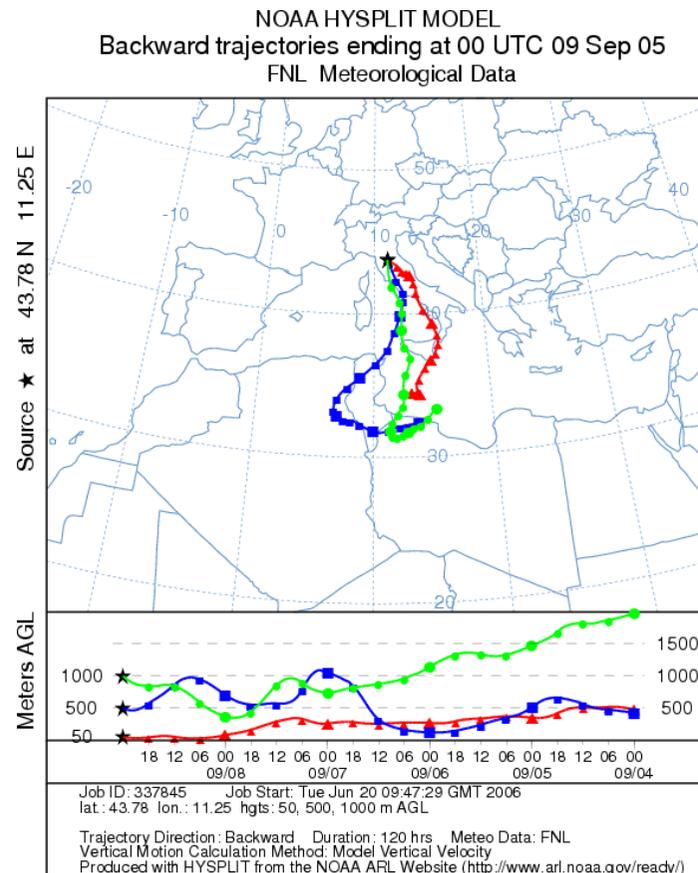
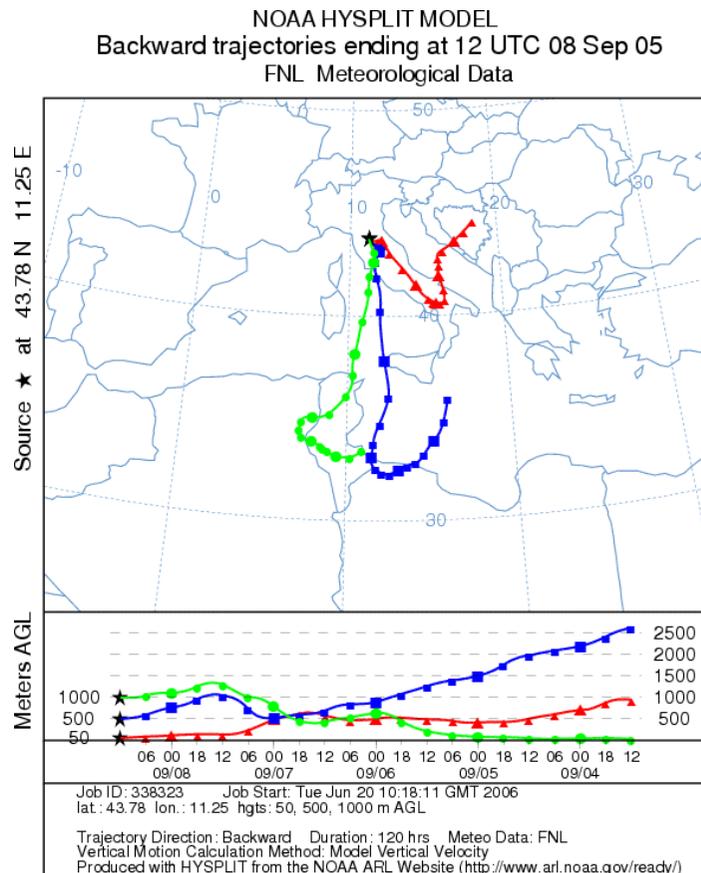


Episodio di trasporto di sabbia Sahariana a fine giugno 2006



Episodio di trasporto di sabbia Sahariana: 8-9 settembre 2005

Studio delle retrotraiettorie

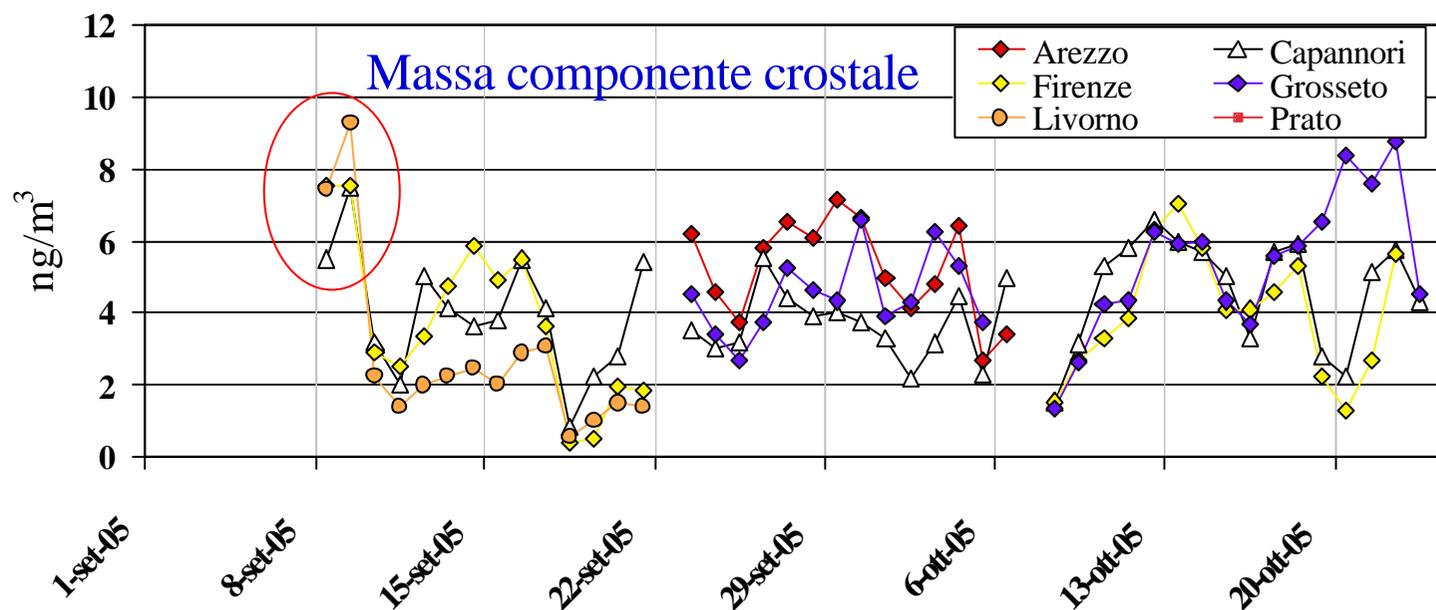


Episodio di trasporto di sabbia Sahariana: 8-9 settembre 2005

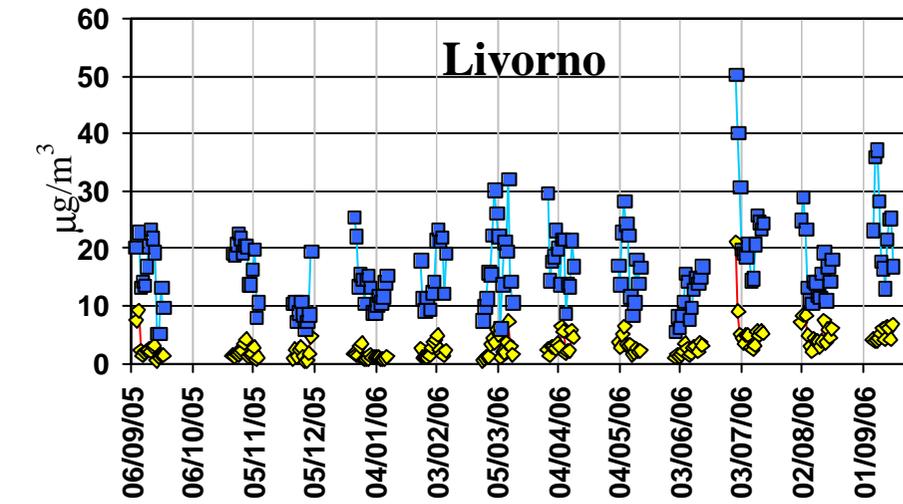
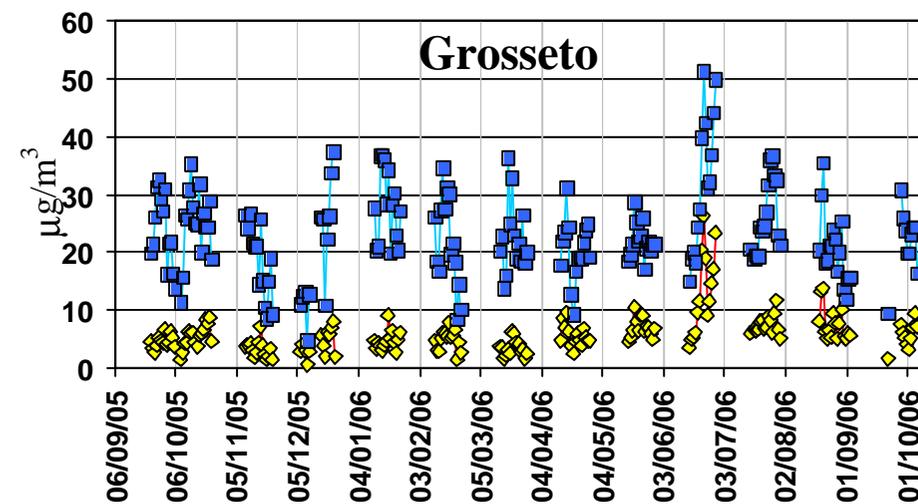
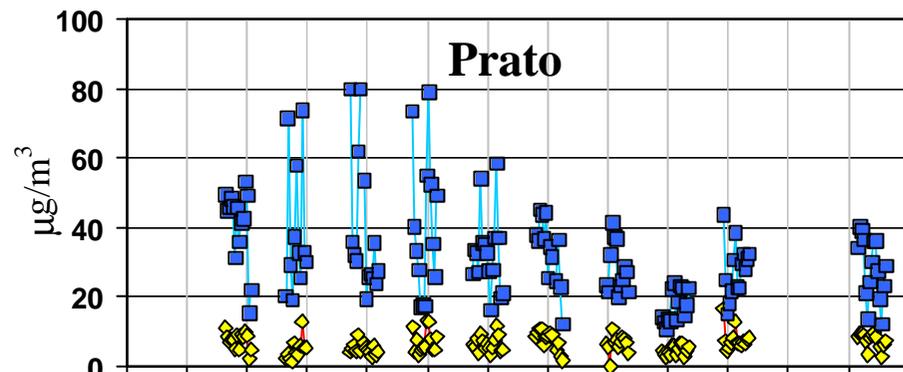
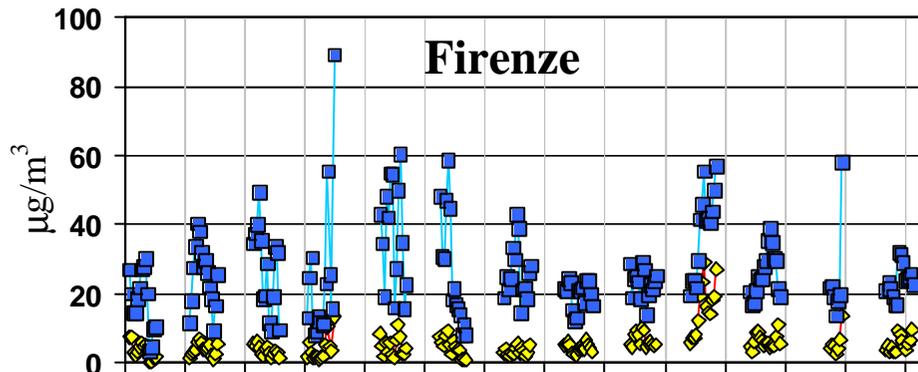
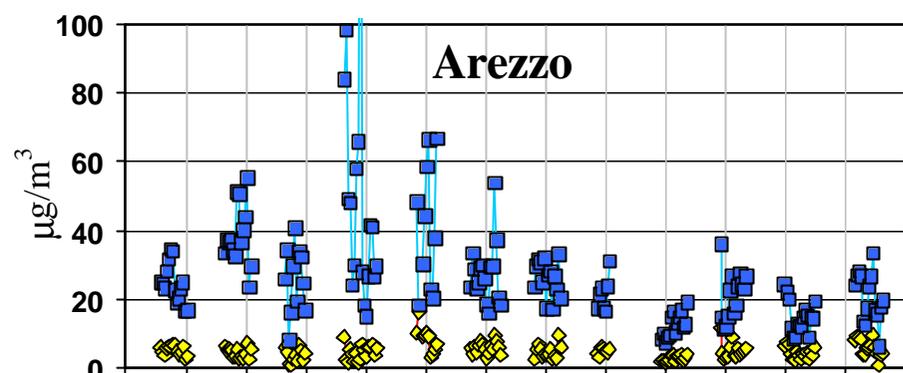
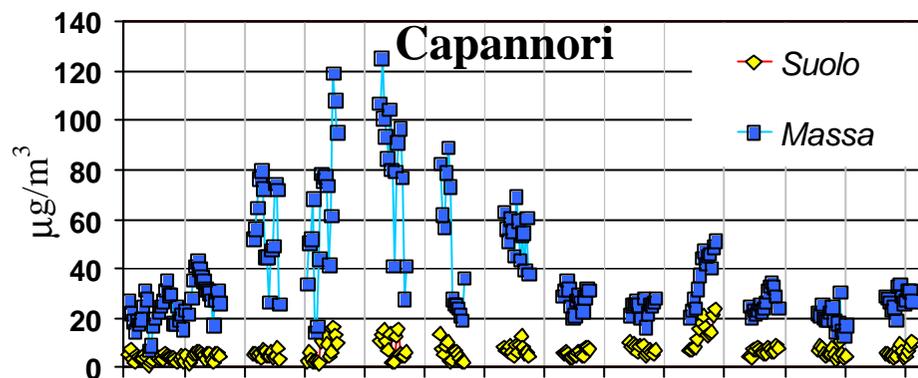
Contributo (%) della componente
crostale durante l'episodio:

	LI	FI	CA
08/set/05	37	28	20
09/set/05	38	37	34
10/set/05	16	20	17
media	11	13	12

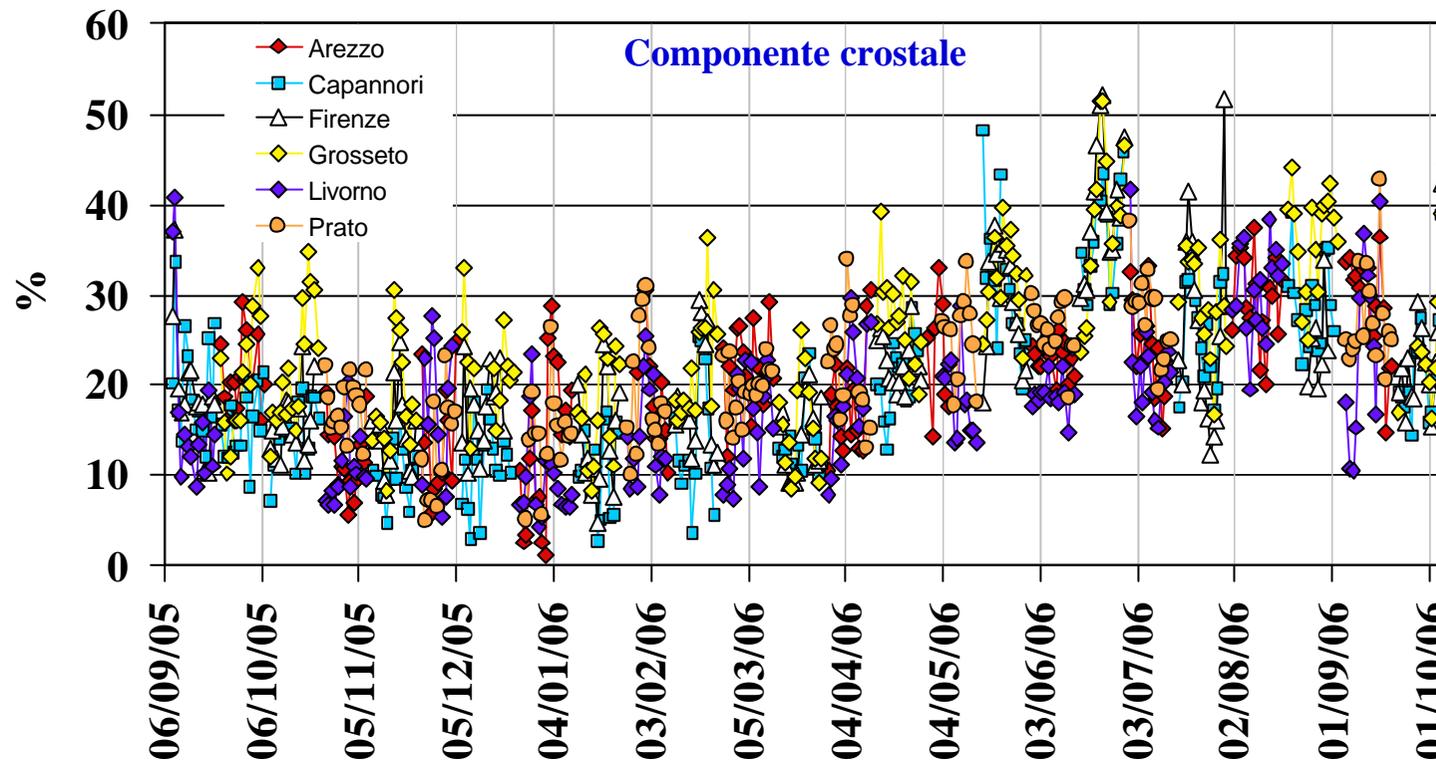
		Al/Fe	Si/Fe	Ca/Fe	Ti/Fe	Ca/Ti	Al/Ca	Si/Ca
LI	08/set/05	1,36	2,80	1,46	0,10	15,03	0,93	1,91
	09/set/05	1,53	3,04	1,18	0,11	11,03	1,30	2,57
	media	0,74	1,55	2,32	0,07	39,39	0,4	0,8
FI	08/set/05	0,86	1,90	1,44	0,06	24,23	0,6	1,3
	09/set/05	1,06	2,25	1,22	0,07	16,30	0,9	1,8
	media	0,37	0,99	1,65	0,03	50,16	0,2	0,6
CA	08/set/05	0,48	1,18	1,94	0,08	23,42	0,2	0,6
	09/set/05	0,82	1,74	1,26	0,08	16,68	0,7	1,4
	media	0,32	0,99	2,44	0,04	68,00	0,1	0,4



Confronto suolo-massa PM_{10}

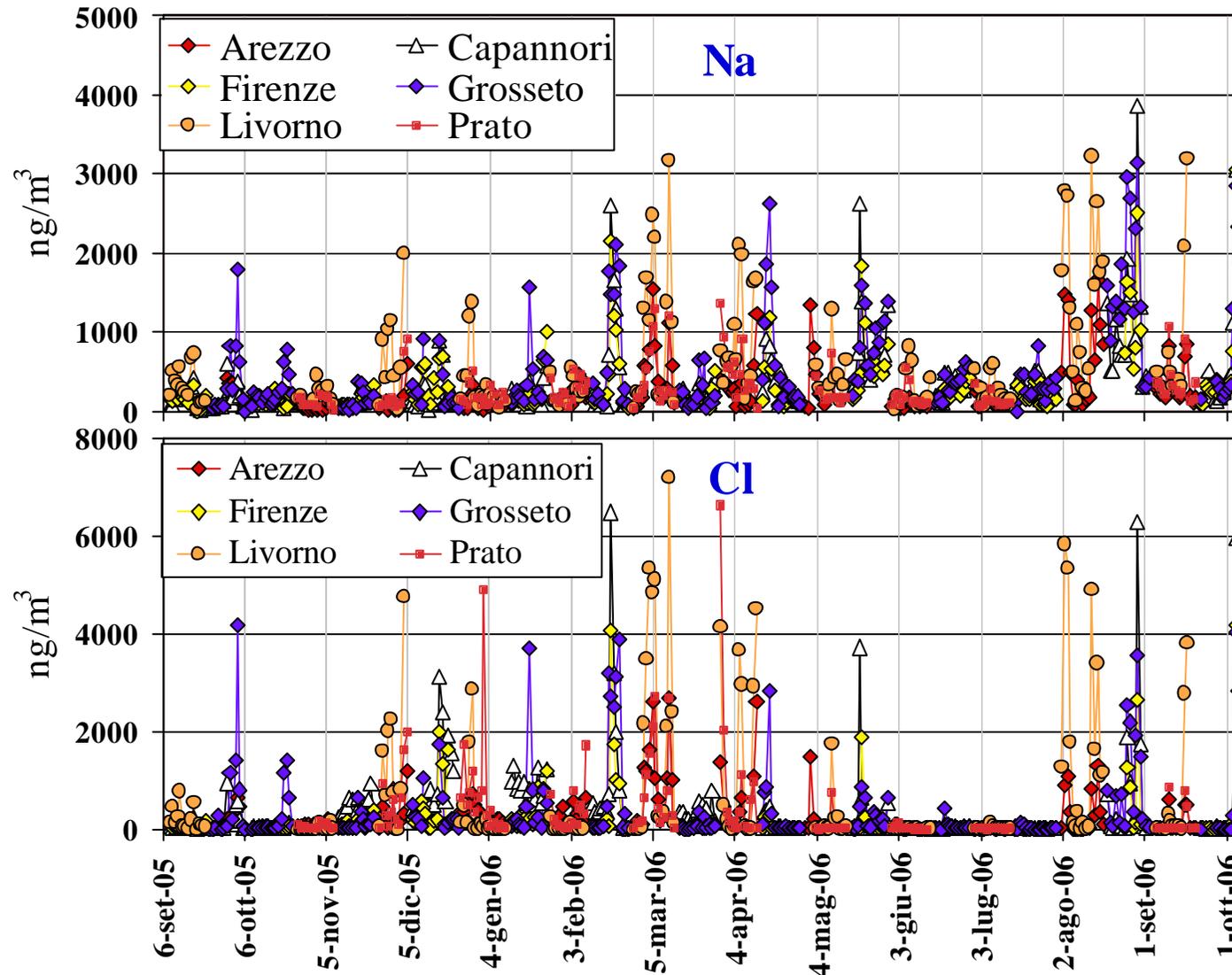


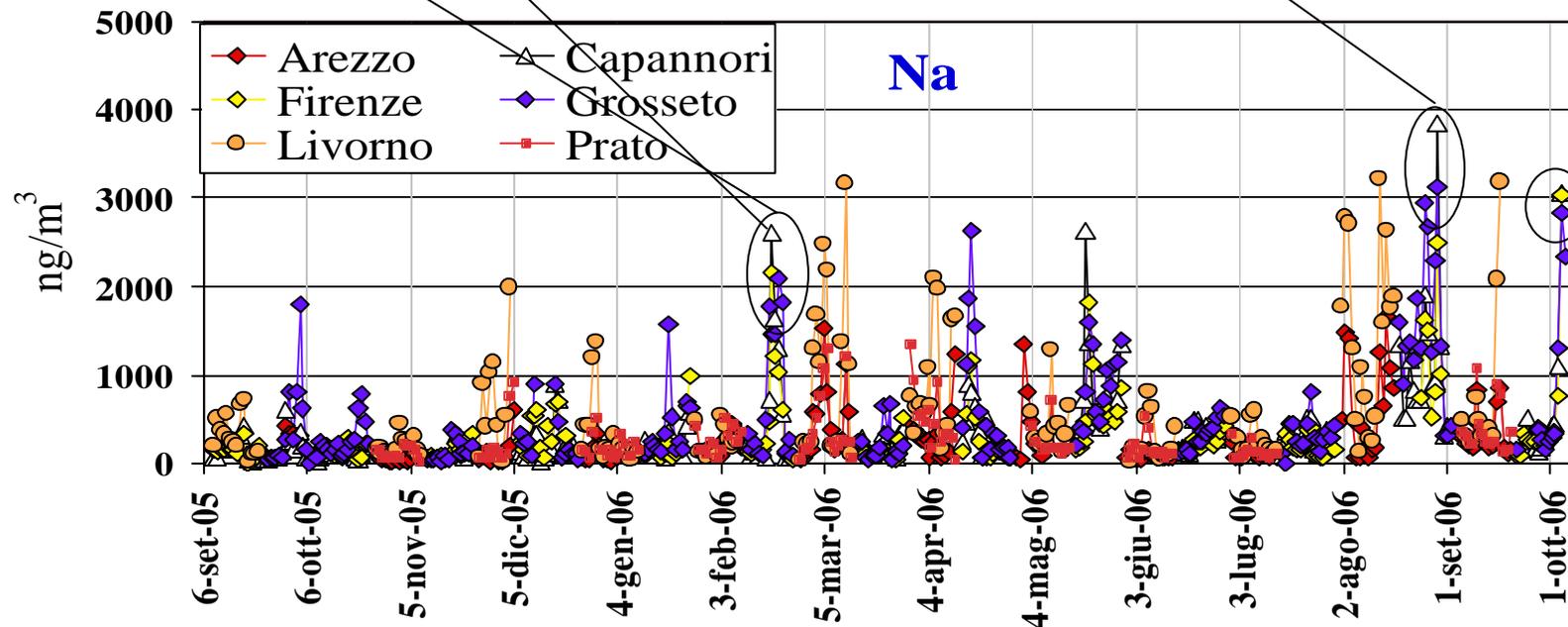
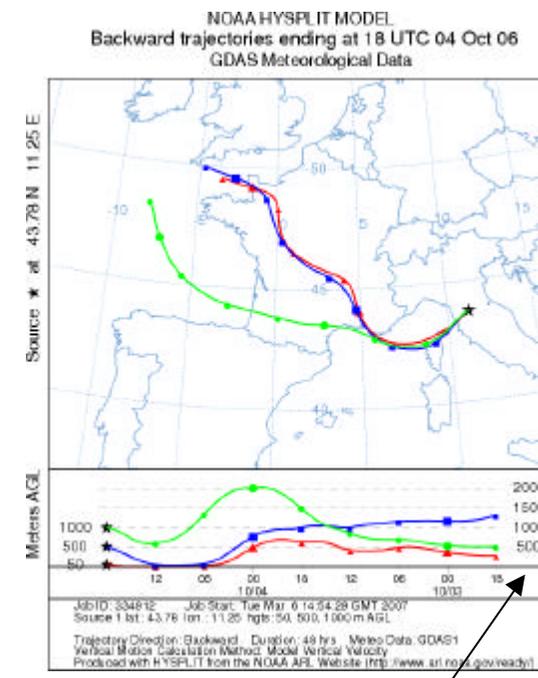
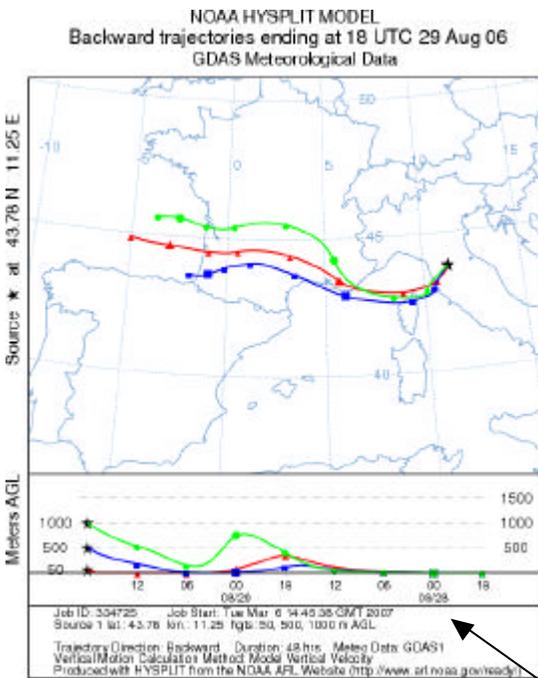
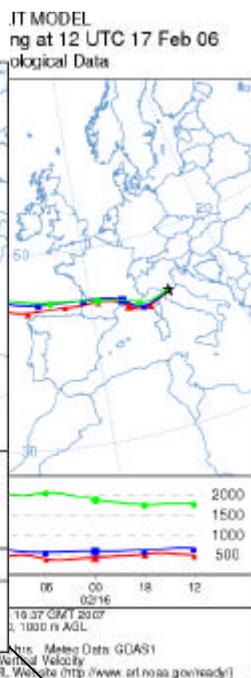
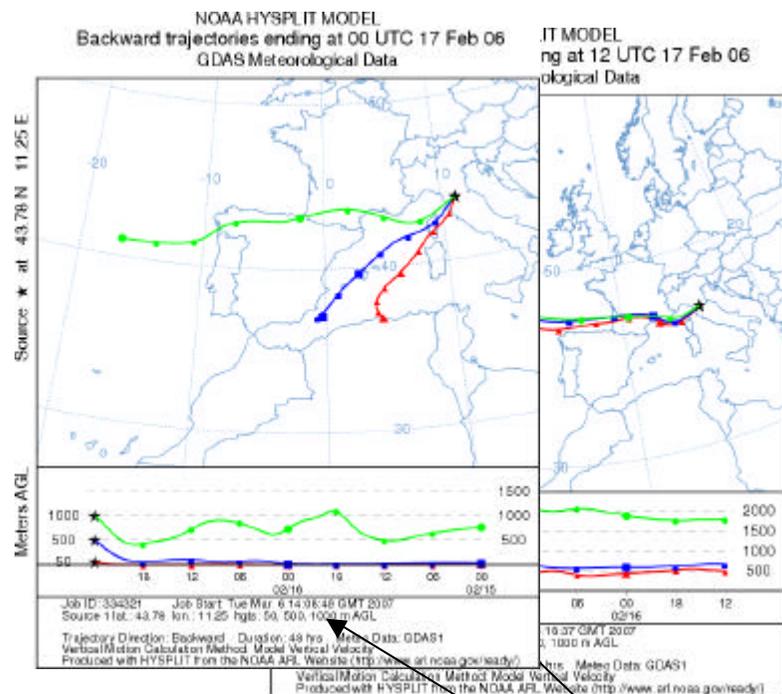
Contributo percentuale della componente cristallina alla massa del PM_{10}



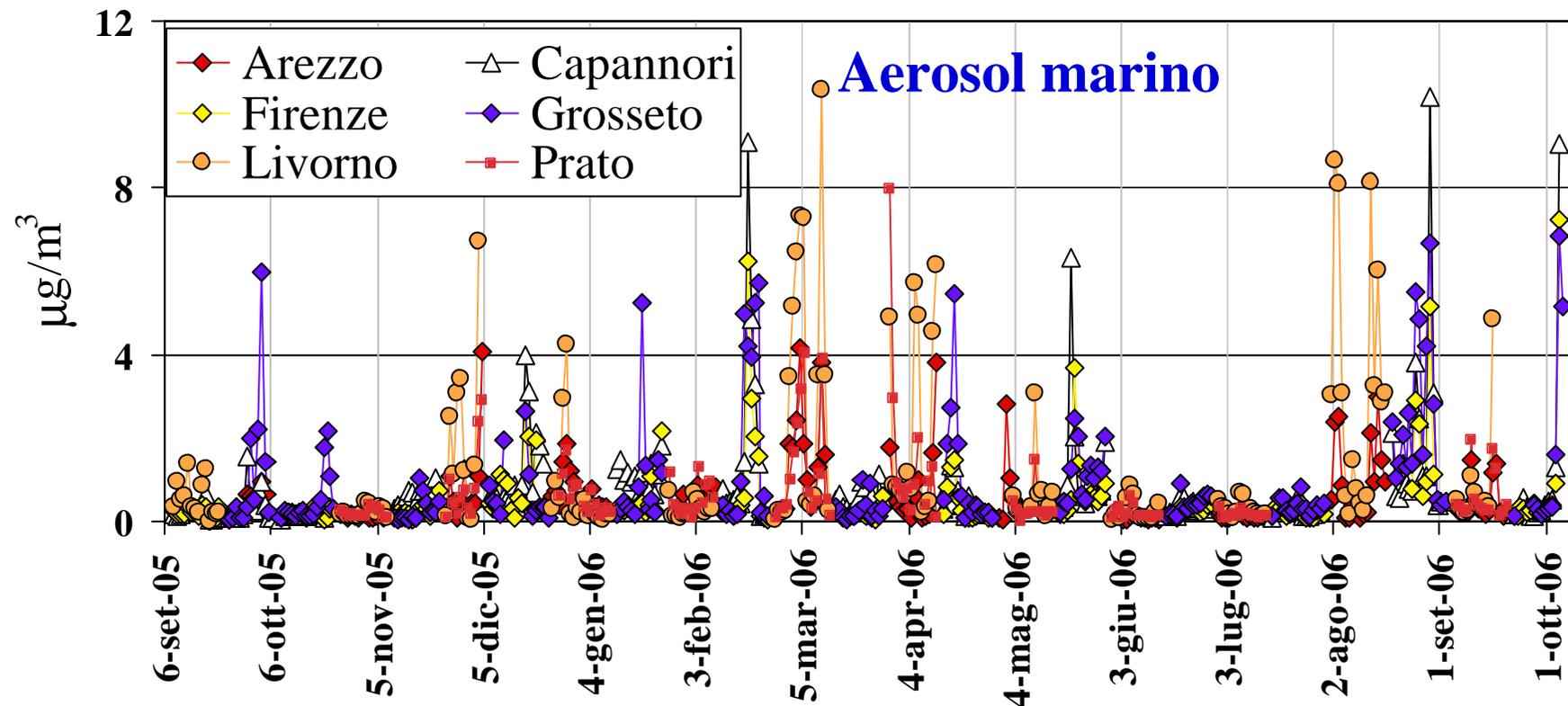
Eventi naturali: aerosol marino

Picchi nelle concentrazioni di Na e Cl (simultanei in diversi siti) e retrotraiettorie (masse d'aria sul mare poche ore prima dell'arrivo sul sito)

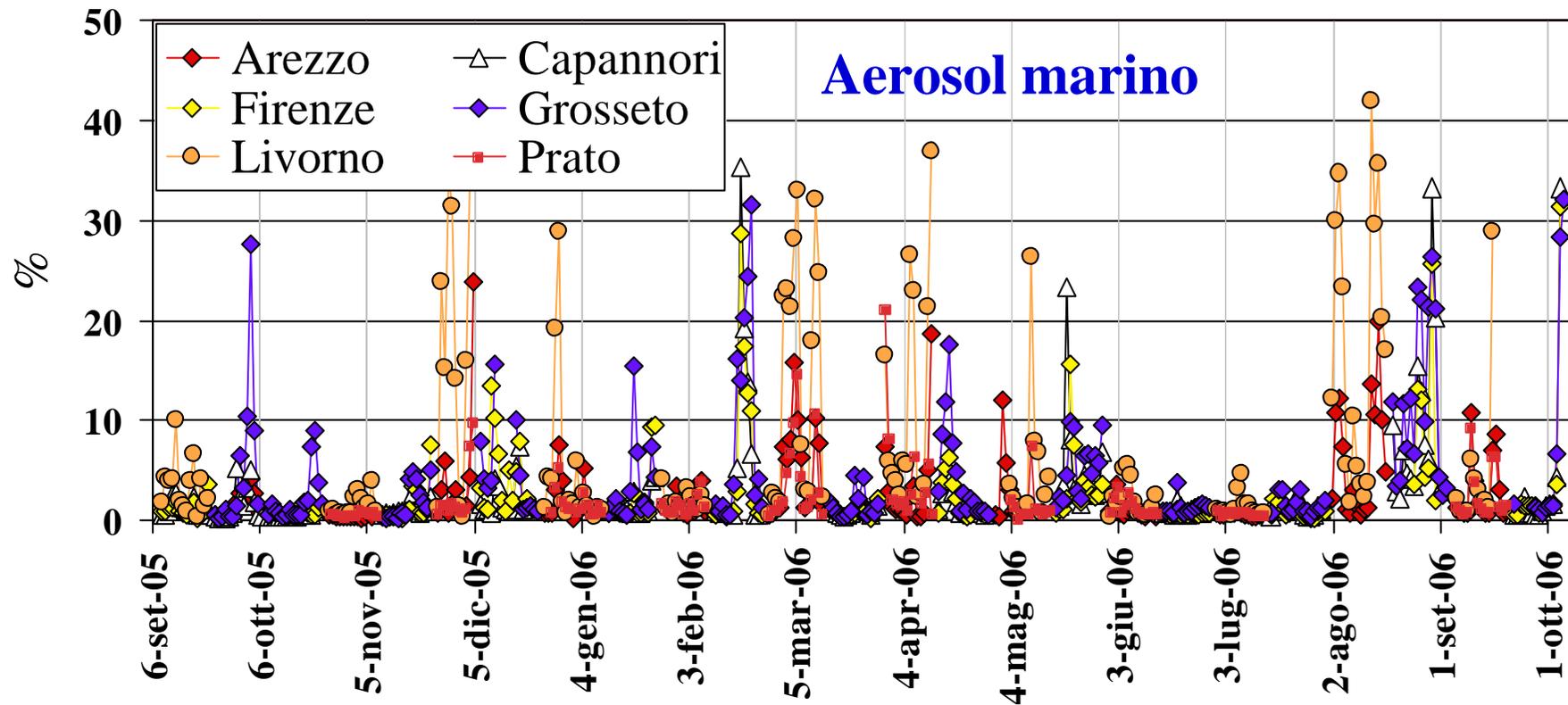




Contributo in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'aerosol marino



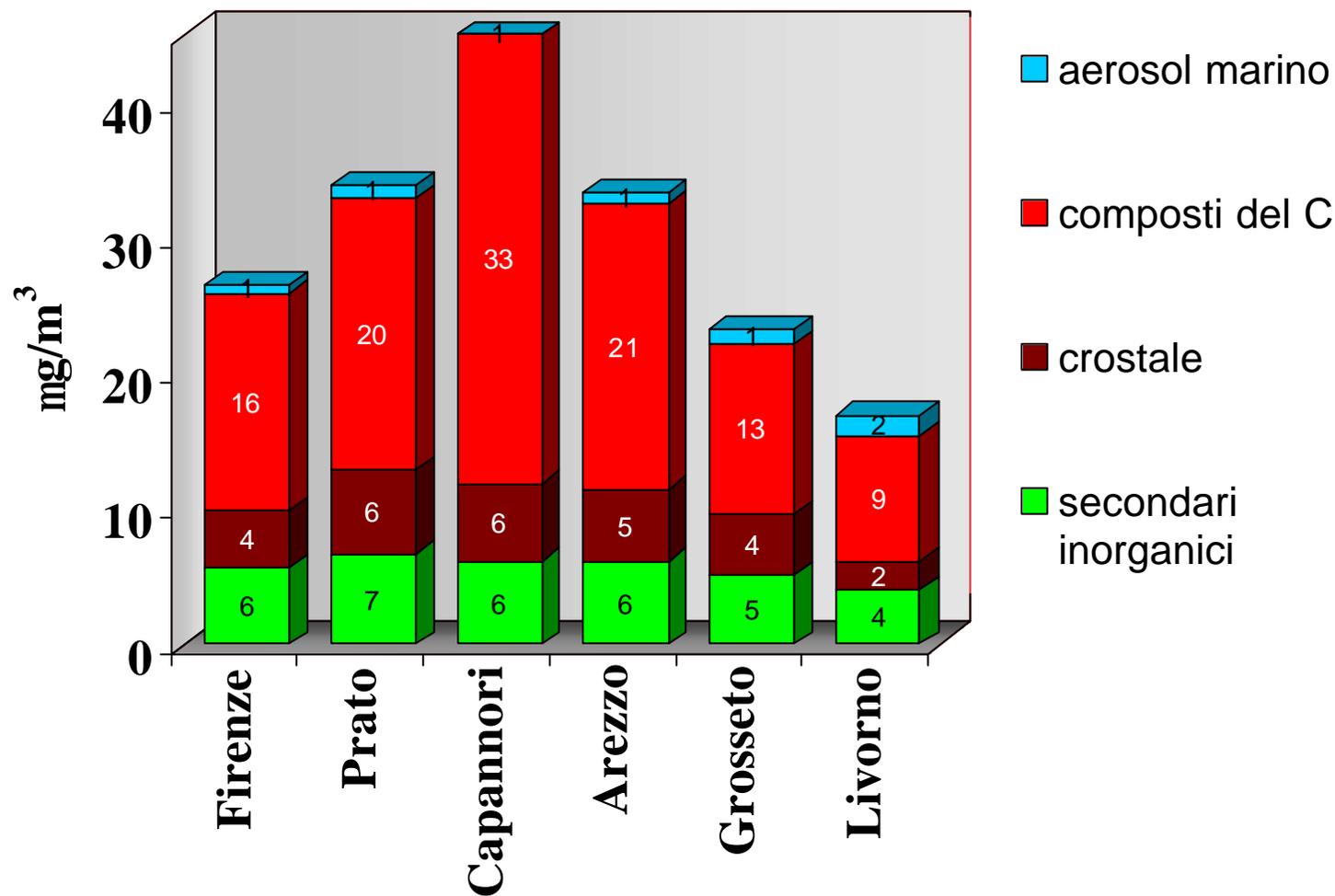
Contributo percentuale dell'aerosol marino alla massa del PM₁₀



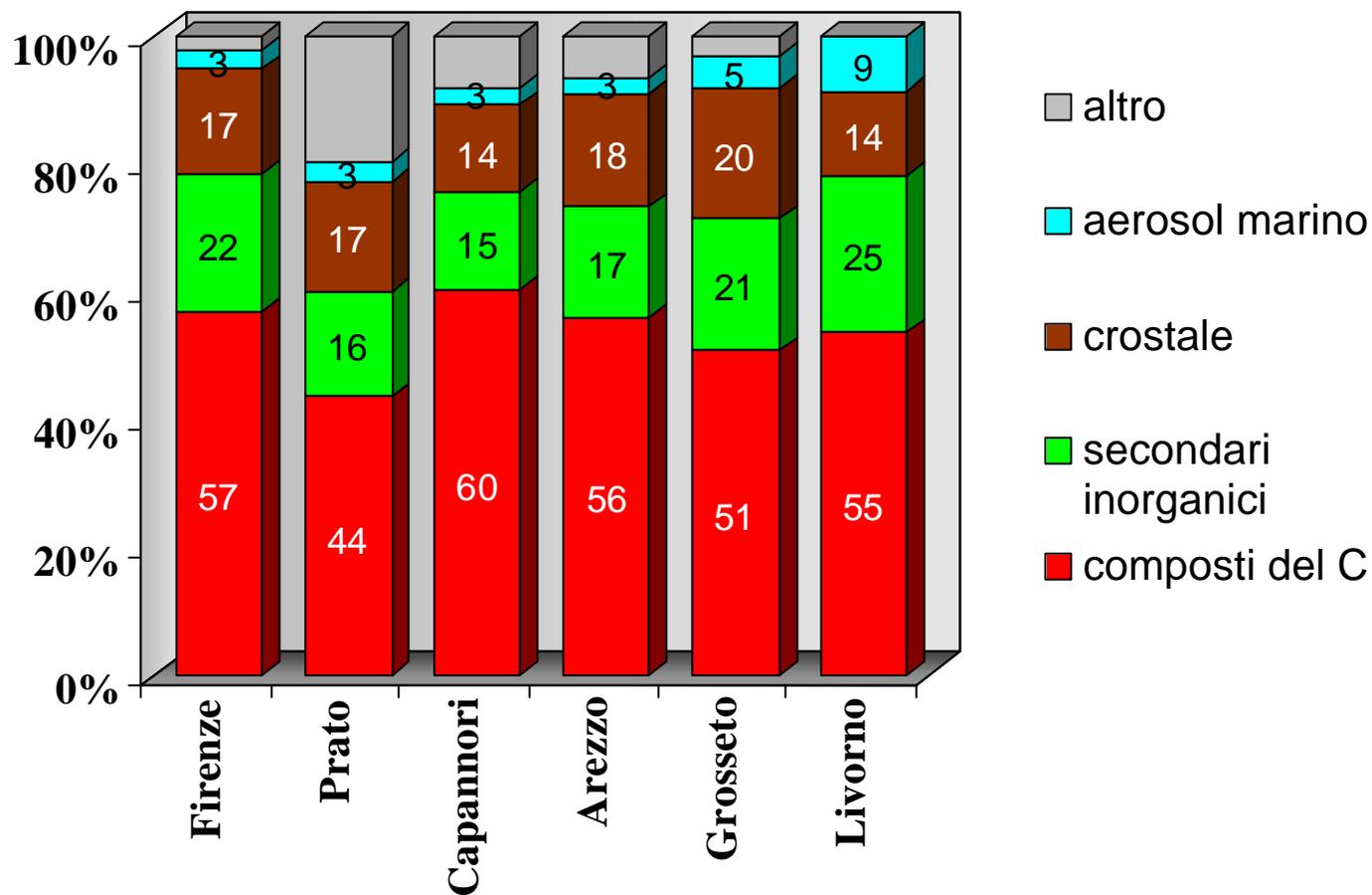
Conclusioni

- La componente crostale può dare un contributo importante alla massa del PM_{10} in occasione di eventi di trasporto di aerosol dal Sahara, che però sono limitati a pochi giorni/anno
- Negli altri giorni il contributo assoluto è sempre minore di $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in generale $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Il contributo percentuale medio va da un **minimo di qualche%** a un **massimo di quasi il 50%**, ma il contributo nei giorni in cui la massa del PM_{10} è alta, eccetto nei casi di trasporto dal Sahara, non è determinante
- La componente marina dà sempre un contributo in assoluto modesto, anche se percentualmente può essere importante in alcuni siti (ad es. Livorno).

Composizione media del PM₁₀ nel periodo Settembre 2005-Marzo 2006



Composizione media del PM_{10} nel periodo Settembre 2005-Marzo 2006



Analisi Statistica dei dati

Le particelle mantengono l'impronta della sorgente anche dopo il trasporto



la composizione dell'aerosol e la sua evoluzione temporale danno informazioni sulle sorgenti

Marker delle sorgenti

Combustione di biomassa: K, formiati, acetati, glicolati
Combustione di legna – Incendi boschivi

Processi di combustione e industriali: Metalli

Aerosol secondario: NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , C Organico

Traffico: Carbonio elementale, Cu, Zn, Pb, specifici composti organici

Analisi Statistica dei dati

Modelli a recettore: Absolute Principal Component Analysis, PMF etc....

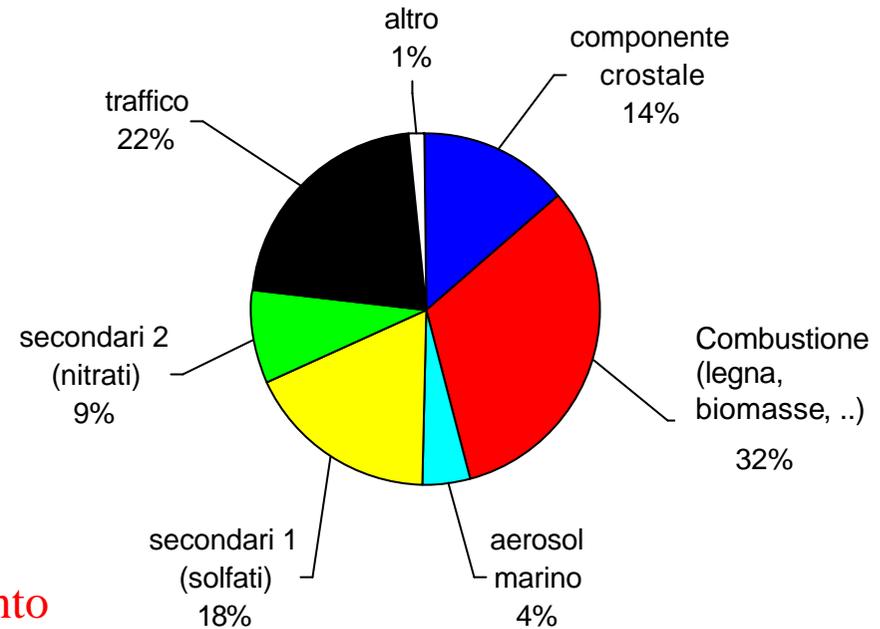
•Raggruppa gli elementi in “fattori” a partire dalla similitudine nell’evoluzione temporale delle loro concentrazioni e permette di:

identificare le sorgenti dell’inquinamento

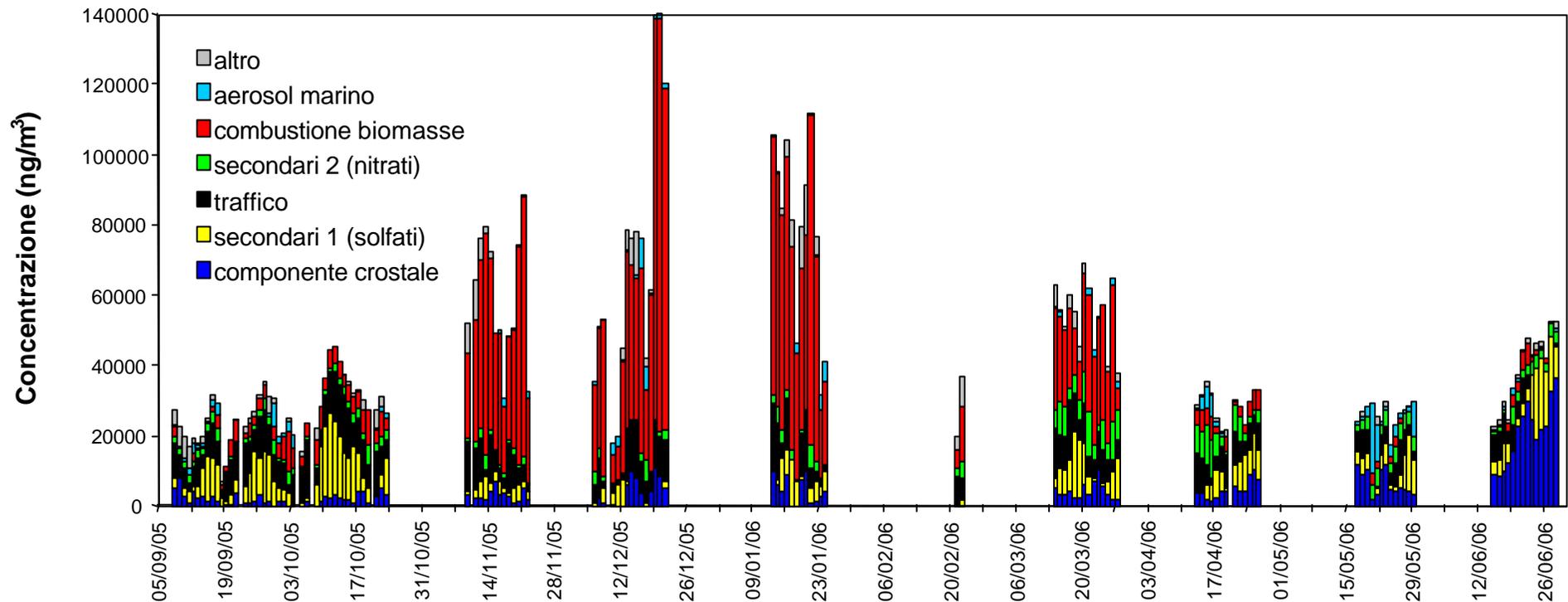
determinare il contributo di ciascuna sorgente alle concentrazioni dei vari elementi

determinare il loro contributo alla massa totale dell’ aerosol

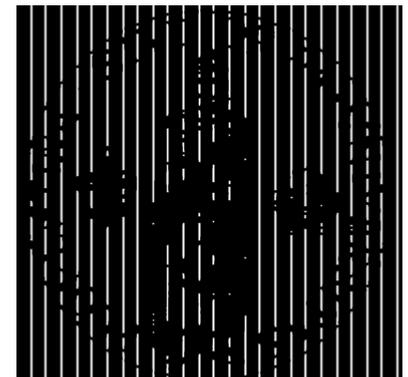
Contributi delle sorgenti (CAPANNORI)



Contributi nei diversi giorni di campionamento



Grazie per l'attenzione !





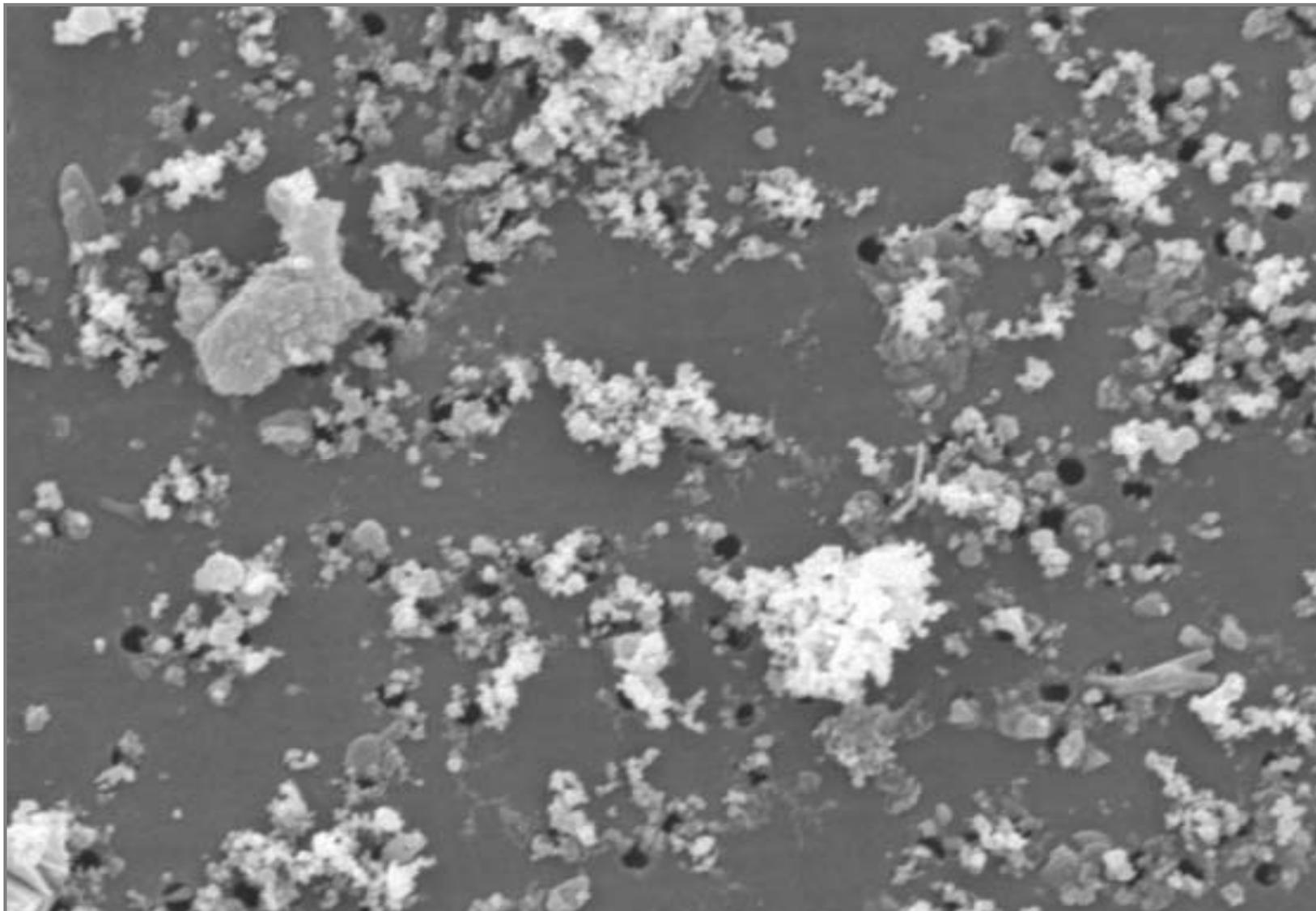
Dimensioni e morfologia del PM₁₀ in Toscana

C. Grass², D. Faleri¹, I. Ciucci², M. Mazzini², L. Tognotti¹

- 1. Dipartimento di Ingegneria Chimica, Chimica Industriale e Scienza dei Materiali, Facoltà di Ingegneria, Università di Pisa*
- 2. Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Facoltà di Ingegneria, Università di Pisa.*

Dimensioni e morfologia del PM10 in Toscana

C. Grassi, D. Faleri, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti

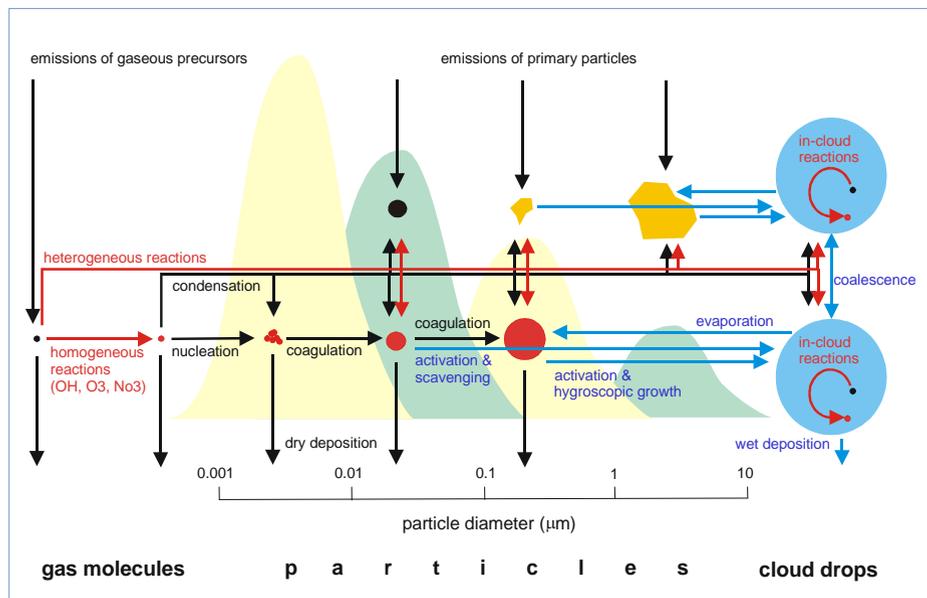


"Progetto Regionale Pa.TOS. : Il PM₁₀ in Toscana"

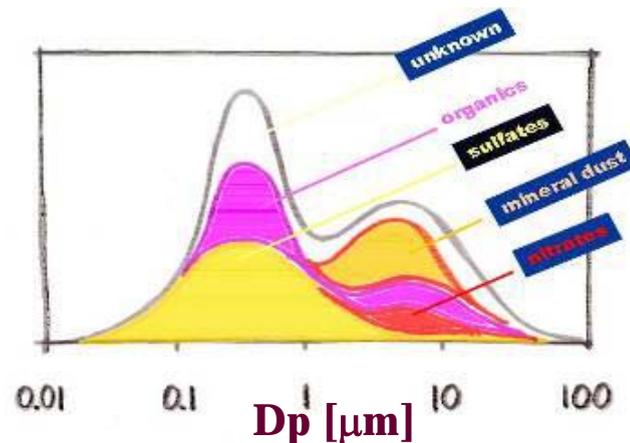
Firenze - 26 Marzo 2007



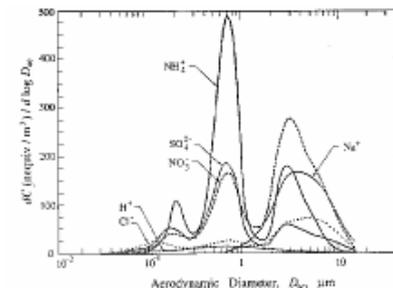
- **Aerosol**: con questo termine si vuole indicare un gas nel quale è sospesa una fase solida e una liquida.
- **Aerosol Particles** o **Particulate Matter** (Materiale Particellare o Particolato Aerodisperso): con questa dizione ci si riferisce alla parte solida e liquida dell'aerosol.
- **PM_x**: la massa di particelle con diametro aerodinamico medio minore di $x \mu\text{m}$



Raes et al., *Atm. Env.*, 34, p. 4215, 2000



PM - Dimensioni

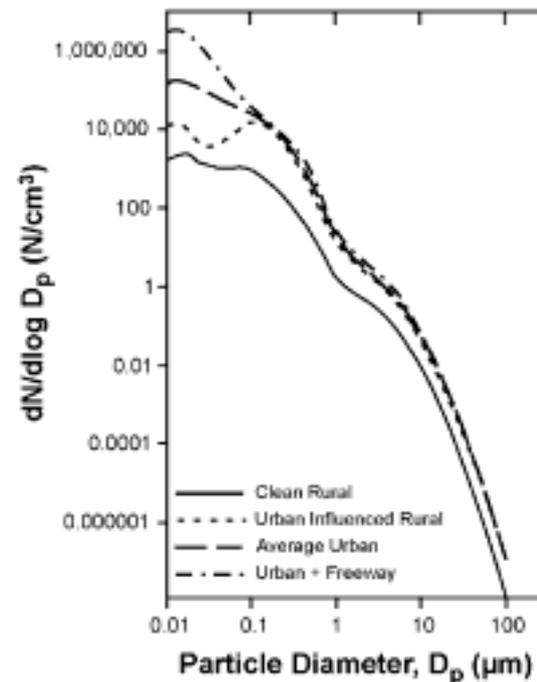


- Concentrazioni in numero e massa differenti da sito a sito:

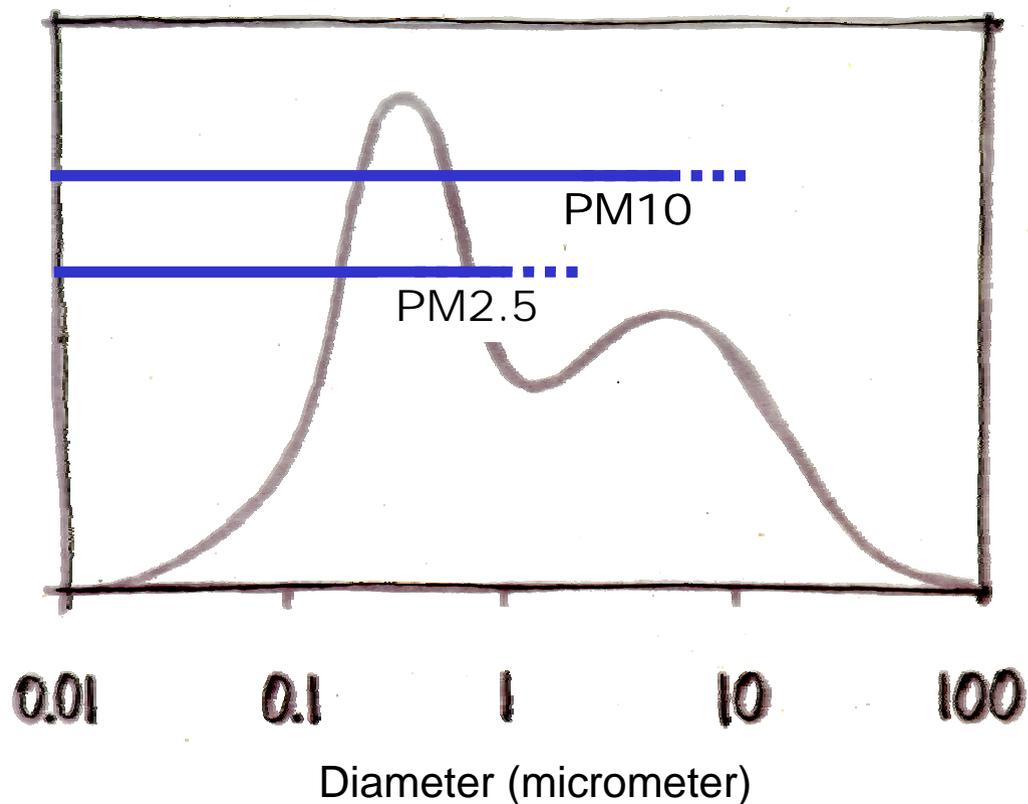
- Urbano	10^5 - 10^6	#/cm ³	;	30 -150	µg/cm ³
- Rurale	10^3 - 10^4	#/cm ³	;	5 - 30	µg/cm ³
- Remoto	10^1 - 10^4	#/cm ³	;	0.5- 10	µg/cm ³

- PM10 - PM2.5

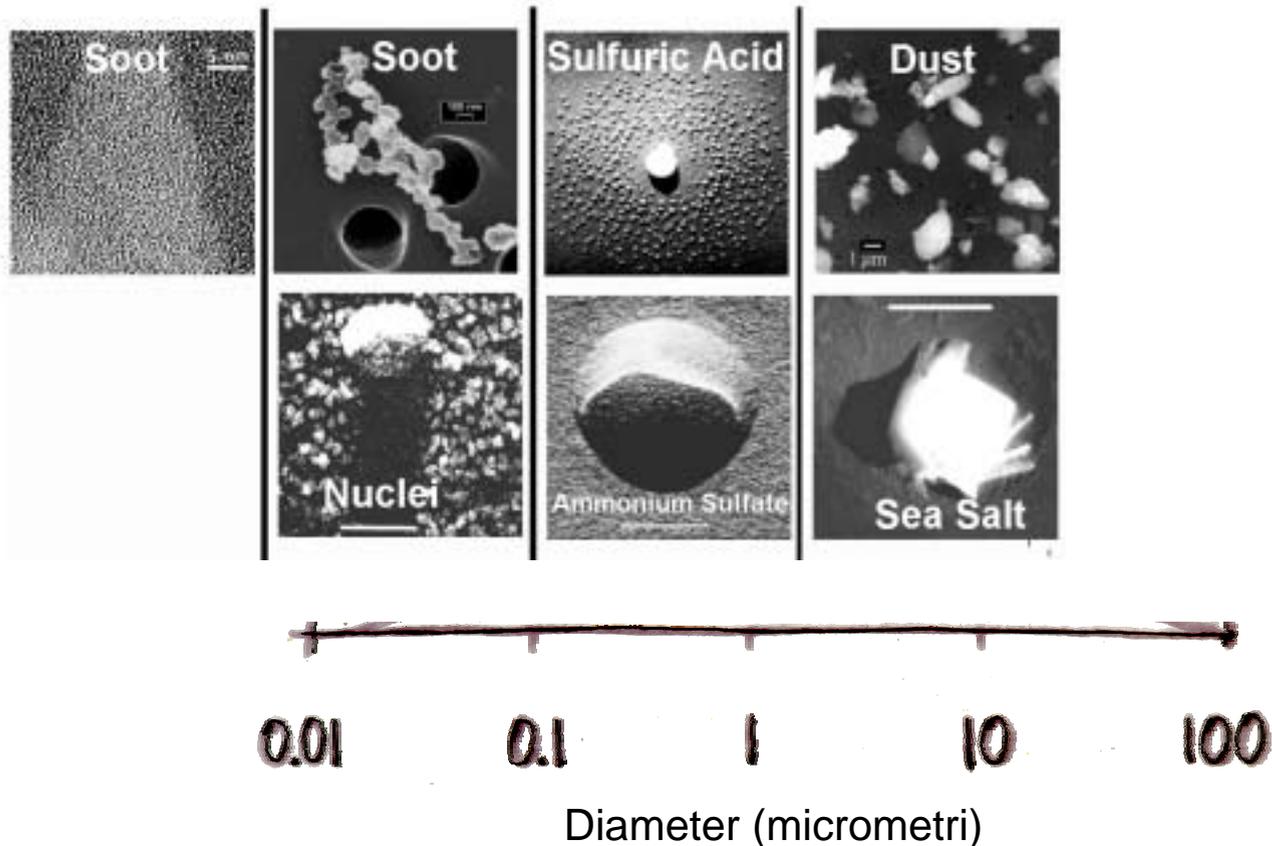
- Urbano	PM2.5 = 60%-90% del PM10
- Rurale	PM2.5 = 20%-70% del PM10

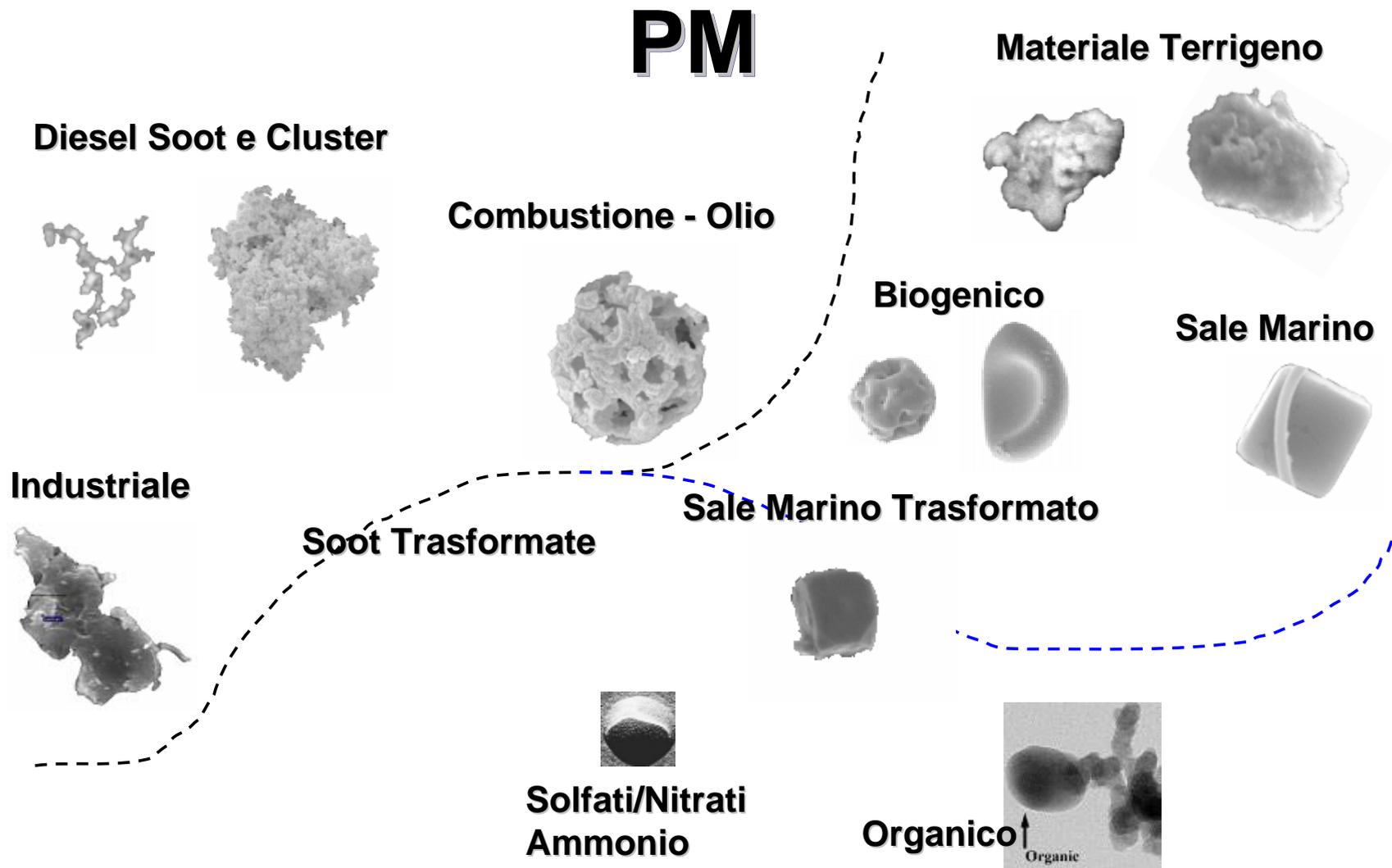


PM - distribuzione in massa



PM - distribuzione in massa





Effetti sulla salute

- Non solo la concentrazione, la dimensione ma soprattutto la **forma** delle particelle è il parametro determinante per la valutazione del rischio per la salute.
- Come dimostrato in letteratura [Crofton et al., 1989, Lanone, 2006], esiste una correlazione dell'azione patogena, non solo con la composizione chimica delle fibre o particelle respirate, ma ancora di più con la **forma tridimensionale** di queste.

Campagne di Misura

Affiancando le campagne di misura sono stati svolti campionamenti in collaborazione con **ARPAT** nei sei siti PaTOS:



Capannori

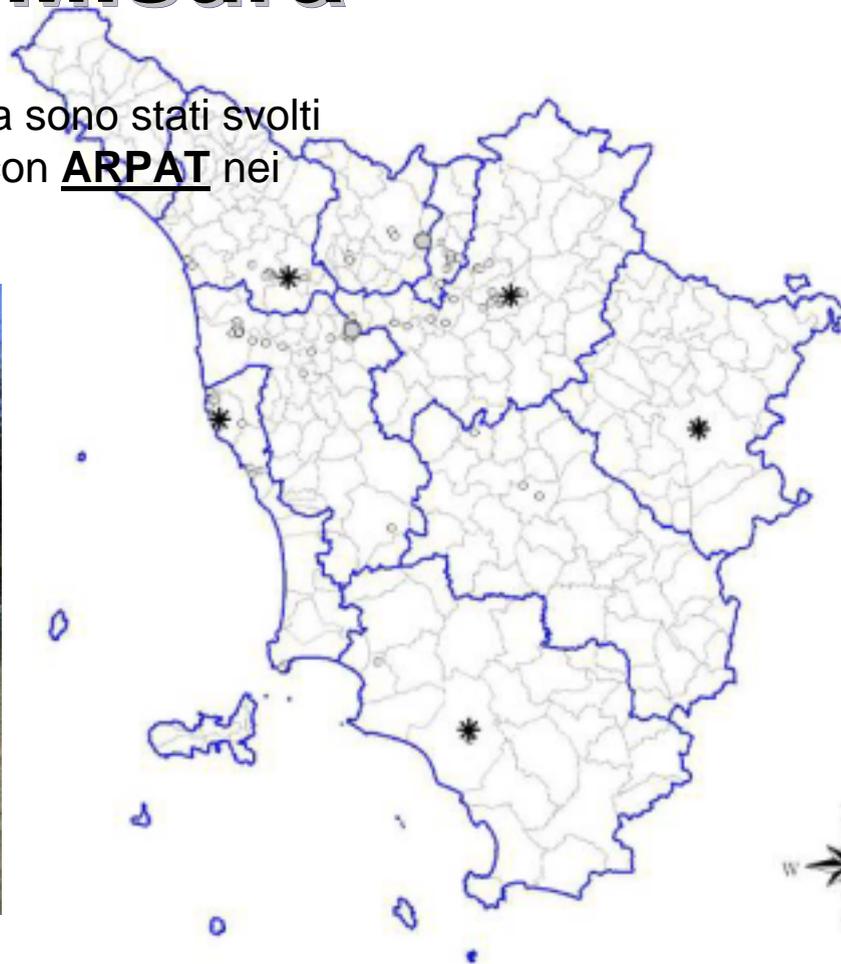
Arezzo

Firenze

Grosseto

Livorno

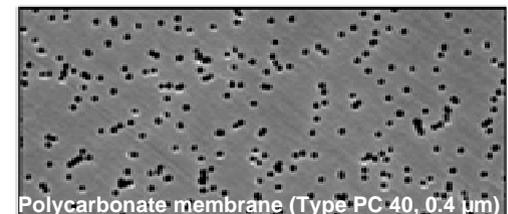
Prato



Campionamento



- Low Volume Sampler (LVS), Tecora TCR, con sampling head [USEPA-cfr part.50] for PM with operating flow rate of 16.7 liter/min.
- POLICARBONAT PC40 AOX filtri $\varnothing 47$ mm, $\varnothing 0.4$ μm diametro dei pori.
- Campionamento di 24 hr per avere informazione media su campioni giornalieri.



Analisi PM su filtro

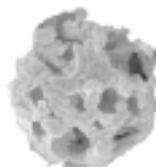
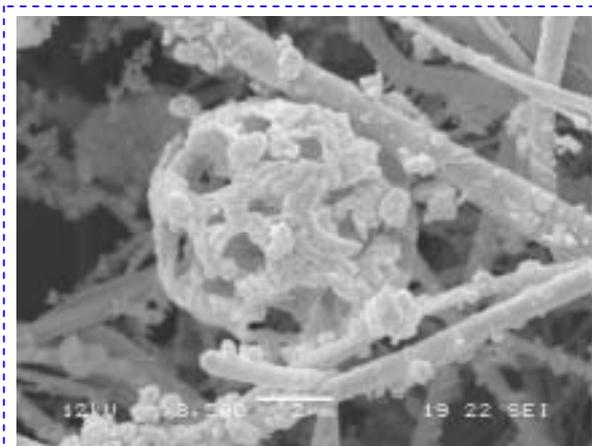


Per l'analisi di laboratorio si è utilizzato un microscopio a scansione elettronica (SEM) JEOL modello 5600 LVS.

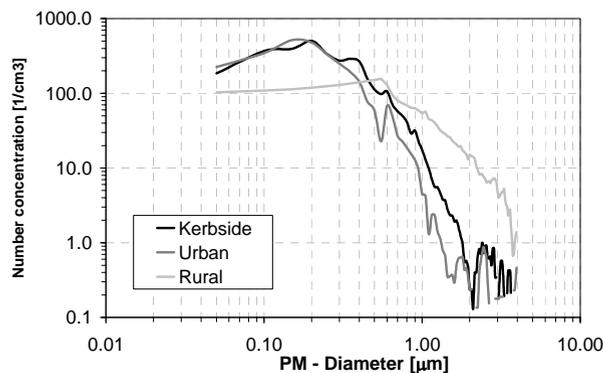
Con questa apparecchiatura si ottengono immagini digitali con risoluzione di 1280x960 pixel che vengono elaborate tramite una metodologia sviluppata appositamente [Grassi et al. 2004, 2006], che attraverso lo studio della distribuzione dei toni di grigio delle immagini digitali, permette la separazione del filtro (background) dalle particelle.

In questo modo si possono identificare le particelle depositate sul filtro e calcolarne le dimensioni e la forma; inoltre con i dati complessivi si elaborano le distribuzioni dimensionali, in superficie e volume insieme alla classificazione morfologica.

Analisi PM su filtro



Obj#	1
Area	36.63927 [μm ²]
Aspect	1.958055 [μm ²]
Area/Box	0.409278
Hole Area	0.004737
Hole Ratio	0.999871
Diameter (max)	10.61813 [μm]
Diameter (min)	3.950951 [μm]
Diameter (mean)	7.268355 [μm]
Radius (max)	6.97789 [μm]
Radius (min)	1.529081 [μm]
Holes	10
Perimeter	42.08998 [μm]
Radius Ratio	4.563455
Roundness	3.847696
Fractal Dim.	0.819113
Heterogeneity	0.415675



	Dmean [μm]	Aspect	Round	Fractal Dimension
Crustal ^{1,4,5,7}	> 1.3	> 1.0	> 1.0	> 1.05
		< 2.5	< 2.5	< 1.25
Biogenic ^{2,4,7}	> 2.5	> 1.0	> 1.05	> 1.05
		< 4	< 5.5	< 1.15
Salt ^{3,4,5,7}	> 1.0	< 2.0	< 1.5	< 1.1
	< 4.0			
Soot cluster ^{1,5,7}	> 1.3	> 1.05	> 1.5	> 1.05
		< 4.0	< 7.5	< 1.5
UF ^{4,5,7}	< 1.0	> 1.05	> 1.5	> 1.05
		< 4.5	< 7.5	< 1.5

¹ R.K.Xie et al. 2004

² K.Wittmaack et al. 2004

³ Moreno et al. 2004

⁴ Ebert et al. 2001

⁵ Ebert et al. 2000

⁶ Guideline EPA 2002

⁷ Grassi et al. 2004



Risultati

- Per ognuno dei siti e per i periodi di misura è stata applicata la metodologia di elaborazione delle immagini al SEM [Grassi et. al 2004] per:
 - Individuazione delle particelle sul filtro;
 - Calcolo parametri dimensionali e morfologici delle particelle;
 - ricostruire la distribuzione dimensionale
 - classificazione delle particelle per individuazione delle sorgenti.

Dimensioni e morfologia del PM10 in Toscana

C. Grassi, D. Faleri, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



Arezzo Novembre	data	giorno	Num (1/cm3)	Area (µm2/cm3)	Vol (µm3/cm3)	PM10(µg/m3)	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	
	7	07/11/2005	Lunedì	1377	62.48	55.71	28	26%	24%	50%	14.5	13.4	27.9
	8	08/11/2005	Martedì	1457	64.14	55.43	34	27%	21%	52%	15.0	11.6	28.8
	10	10/11/2005	Giovedì	1231	74.44	89.87	45	18%	20%	62%	16.2	18.0	55.7
	11	11/11/2005	Venerdì	1284	65.75	62.89	36	23%	22%	55%	14.5	13.8	34.6
			media	1337.3	66.7	66.0	35.8	24%	22%	55%	15.5	14.3	36.1

Firenze Luglio	data	giorno	Num (1/cm3)	Area (µm2/cm3)	Vol (µm3/cm3)	PM10(µg/m3)	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10
	1	01/07/2006	Sabato	868.4	131.7	28.0	23%	7%	69%	6.47	2.10	19.44
	2	01/07/2006	Sabato	838.8	147.4	20.3	41%	13%	45%	8.39	2.74	9.22
	3	01/07/2006	Sabato	773.4	109.6	15.4	39%	8%	53%	5.97	1.23	8.20
	4	02/07/2006	Domenica	826.9	141.4	25.0	30%	12%	58%	7.53	3.03	14.42
	5	02/07/2006	Domenica	819.2	140.2	32.5	22%	6%	72%	7.10	1.91	23.47
	6	02/07/2006	Domenica	1096.4	169.2	44.1	18%	6%	76%	7.96	2.82	33.32
	7	02/07/2006	Domenica	1100.2	129.9	21.9	29%	9%	62%	6.25	1.95	13.67
	8	02/07/2006	Domenica	784.7	156.0	42.8	18%	7%	75%	7.73	2.97	32.09
			media	888.5	140.7	28.7	27%	9%	64%	7.2	2.3	19.2

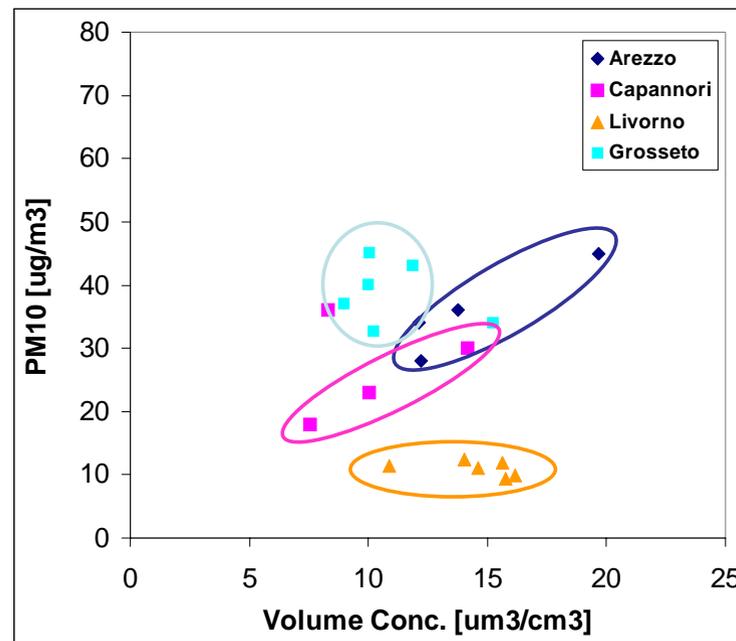
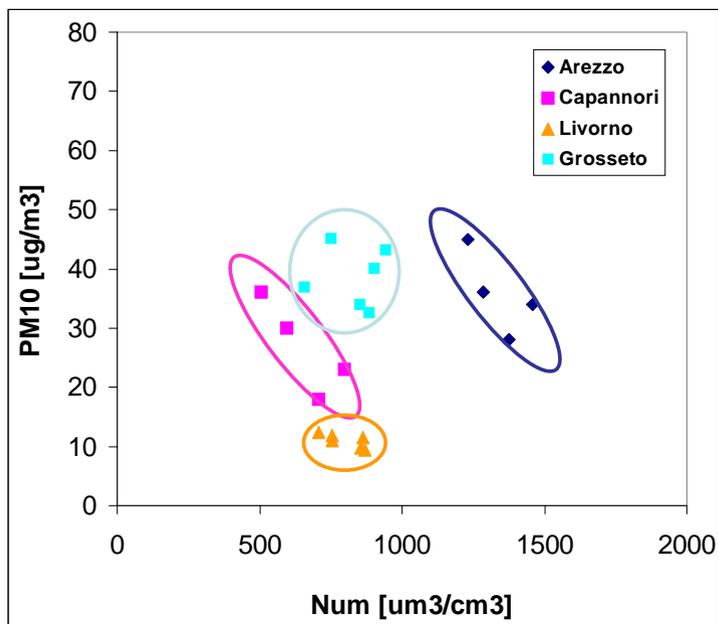
Capannori Ottobre	data	giorno	Num (1/cm3)	Area (µm2/cm3)	Vol (µm3/cm3)	PM10(µg/m3)	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	
	8	08/10/2005	Sabato	706.12	50.33	34.59	18	40%	24%	38%	14.01	8.30	13.07
	9	09/10/2005	Domenica	799.12	52.68	45.8	23	31%	20%	50%	14.39	9.29	22.77
	10	10/10/2005	Lunedì	594.58	51.85	64.79	30	18%	15%	68%	11.37	9.89	44.09
	11	11/10/2005	Martedì	570.47	45.85	38.07	36	30%	27%	44%	11.59	10.34	16.93
			media	667.57	50.18	45.81	26.75	30%	22%	50%	12.84	9.45	24.22

Capannori Marzo	data	giorno	Num (1/cm3)	Area (µm2/cm3)	Vol (µm3/cm3)	PM10(µg/m3)	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	
	22	22/03/2006	Mercoledì	569.0	218.8	55.7	43.9	21%	17%	61%	11.9	9.5	34.2
	23	23/03/2006	Giovedì	427.0	247.9	83.9	53.5	12%	25%	63%	9.7	21.4	52.9
	24	24/03/2006	Venerdì	547.7	227.0	53.4	54.2	24%	21%	55%	12.8	11.2	29.4
	25	25/03/2006	Sabato	586.3	223.0	60.7	39.7	20%	18%	62%	12.2	11.1	37.3
	26	26/03/2006	Domenica	556.5	258.9	83.6	60.4	16%	16%	68%	13.2	13.2	57.3
			media	537.3	235.1	67.5	50.3	19%	20%	62%	12.0	13.3	42.2

Prato Aprile	data	giorno	Num (1/cm3)	Area (µm2/cm3)	Vol (µm3/cm3)	PM10(µg/m3)	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	PM<1	1<PM<2,5	2,5<PM<10	
	3	03/04/2006	Lunedì	910.5	257.3	82.4	44.4	15%	14%	71%	12.3	11.9	58.2
	4	04/04/2006	Martedì	991.0	226.9	46.6	25.6	27%	19%	54%	12.5	9.0	25.2
	5	05/04/2006	Mercoledì	629.6	258.1	72.9	34.6	18%	21%	62%	12.8	15.1	44.9
	6	06/04/2006	Giovedì	779.1	246.3	69.6	31.7	19%	14%	67%	12.9	10.0	46.7
	7	07/04/2006	Venerdì	776.1	207.7	44.6	44.6	28%	13%	59%	12.4	6.0	26.2
			Media	817.3	239.3	63.2	34.1	21%	16%	62%	13.3	5.6	0.1



Risultati



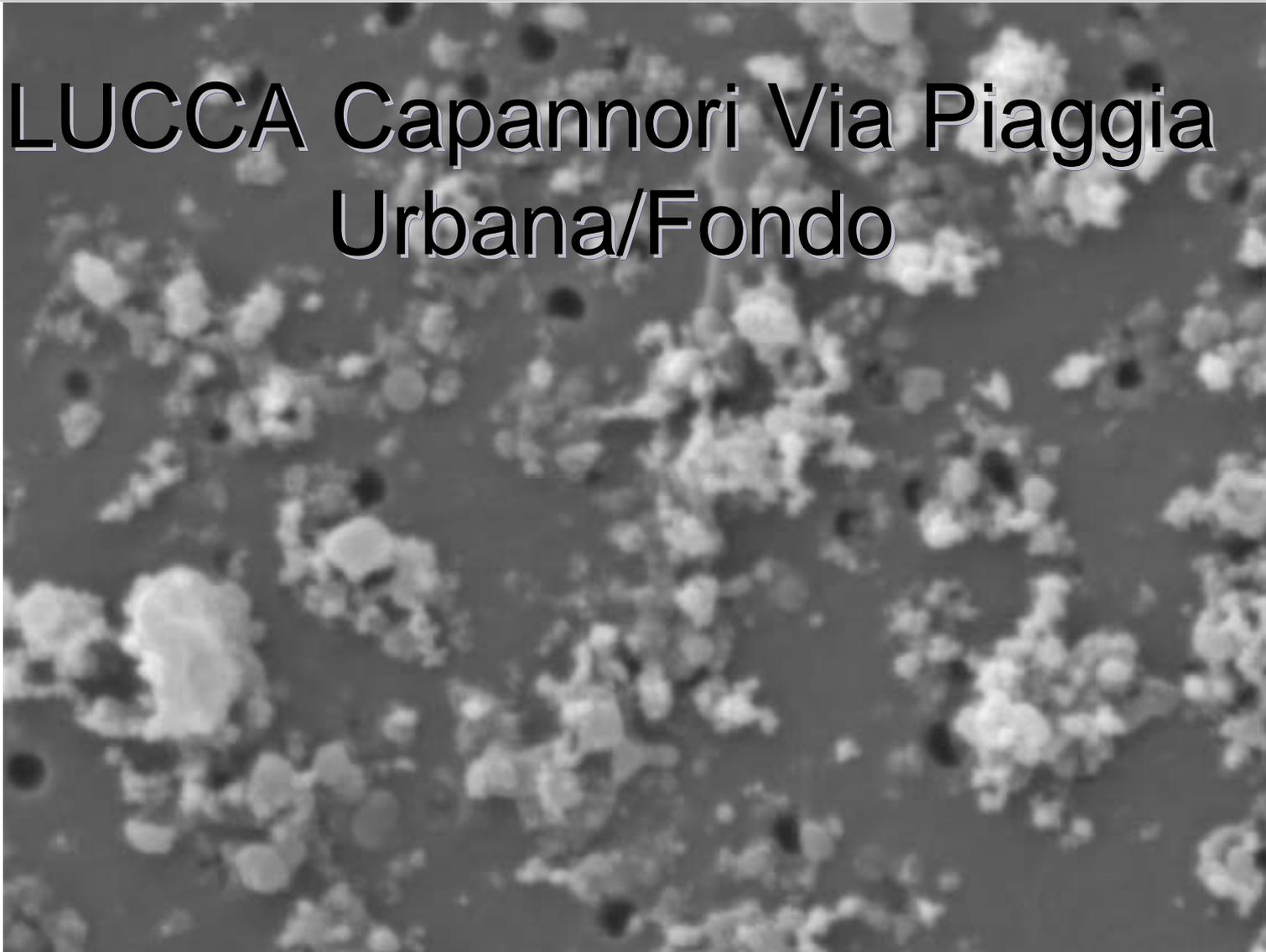
AREZZO Via Fiorentina Urbana/Traffico

AREZZO Via Fiorentina

Urbana/Traffico

- *in entrambi i periodi di campionamento i più alti valori di concentrazione numerica delle particelle;*
- *La concentrazione volumetrica raggiunge valori alti $65 \mu\text{m}^3/\text{cm}^3$;*
- *La frazione fine PM2.5 da sola rappresenta il 50 – 60% del volume totale ;*
- *la frazione ultrafine PM1, in media è circa il 25% del PM10.*
- *alta percentuale di particelle da traffico; tale dato è supportato dalle analisi a campione eseguite con l'EDS.*

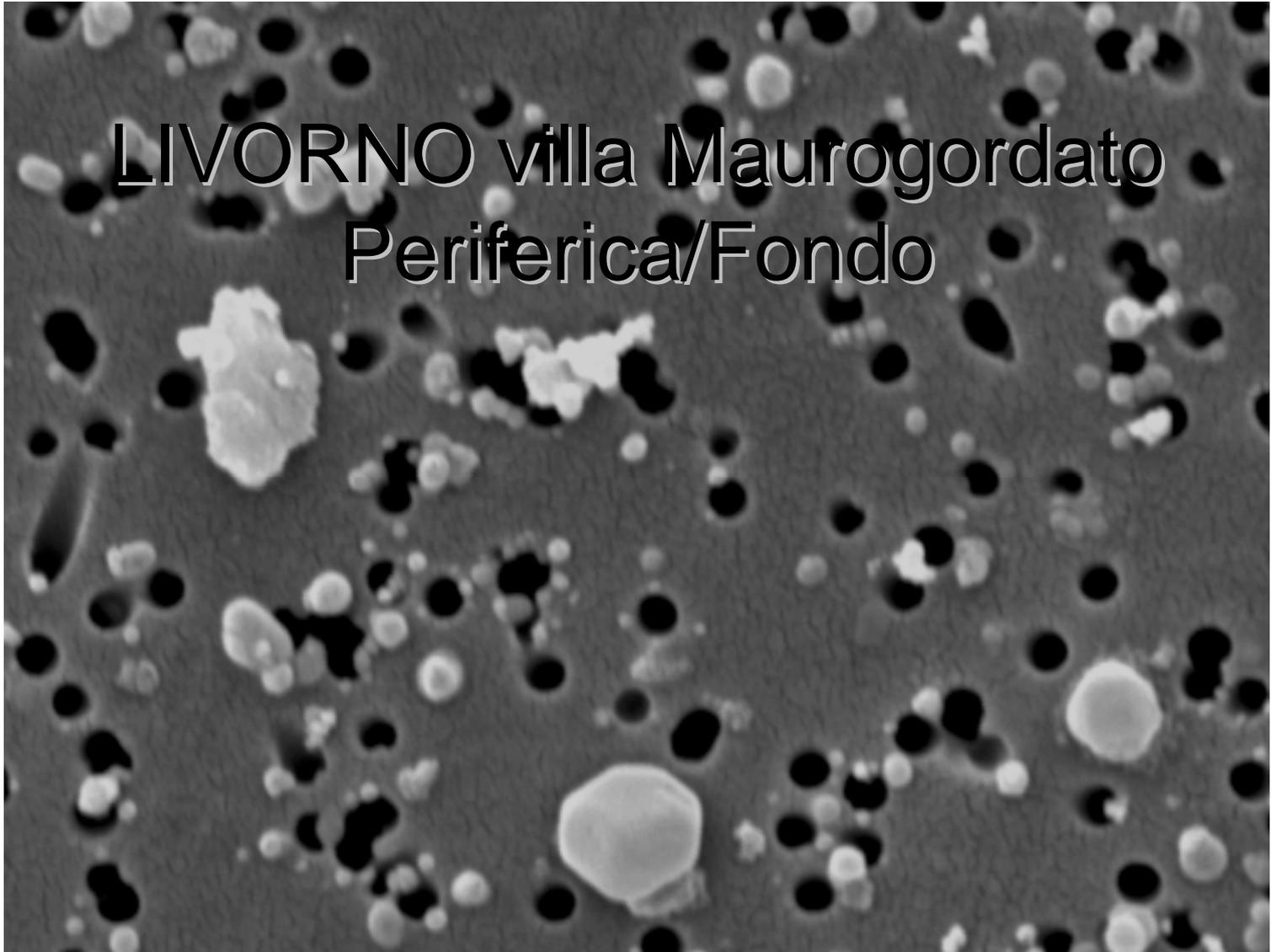
LUCCA Capannori Via Piaggia Urbana/Fondo



LUCCA Capannori Via Piaggia Urbana/Fondo

- *Concentrazione in numero risulta bassa in entrambi i periodi;*
- *La concentrazione in volume è elevata ($60 \mu\text{m}^3/\text{cm}^3$), influenzata dalla fluttuazione della frazione grossolana.*
- *Le concentrazioni sono influenzate dalla fluttuazione della frazione PM2.5-10 che in media è il 50% in ottobre ed il 65% in marzo .*
- *Dalle immagini risultano presenti molte particelle di grandi dimensioni, di origine diversa dal traffico.*

LIVORNO villa Maurogordato Periferica/Fondo



LIVORNO villa Maurogordato

Periferica/Fondo

- *Concentrazione in Numero bassa;*
- *Concentrazione volume elevata 70 $\mu\text{m}^3/\text{cm}^3$.*
- *Variabilità molto alta nella composizione delle PM:*
 - *Aerosol Marino*
 - *Traffico*
 - *Crostale, etc.*
- *Frazione grossolana PM predominante 65% del totale.*

PRATO Via Strozzi Urbana/Traffico

PRATO Via Strozzi

Urbana/Traffico

- *Concentrazione sia in numero da 600 a 1000 #num/cm³ che in volume, variabili da 45-85 μm³/cm³ ;*
- *Frazione coarse PM_{10-2.5} elevata e costituita quasi esclusivamente da cluster, di varia natura (traffico, crostale, biogenico, sali)*
- *Particelle da traffico presenti in gran numero; di aspetto “aged” (grossi cluster più compatti);*

GROSSETO via Unione Sovietica Urbana/Fondo



GROSSETO via Unione Sovietica Urbana/Fondo

- *Numero delle particelle maggiore nel periodo invernale.*
- *Concentrazione in volume dominata dalla frazione fine PM_{2.5} (70%) in inverno e dalla grossolana PM_{2.5-10} in estate (50%);*
- *Presenza di particelle da Traffico;*
- *Particelle Sali e cristalli;*
- *L'influenza del mare si registra come a Livorno;*
- *Variabilità delle strutture morfologiche nelle singole classi.*

FIRENZE viale U. Bassi Urbana/Fondo

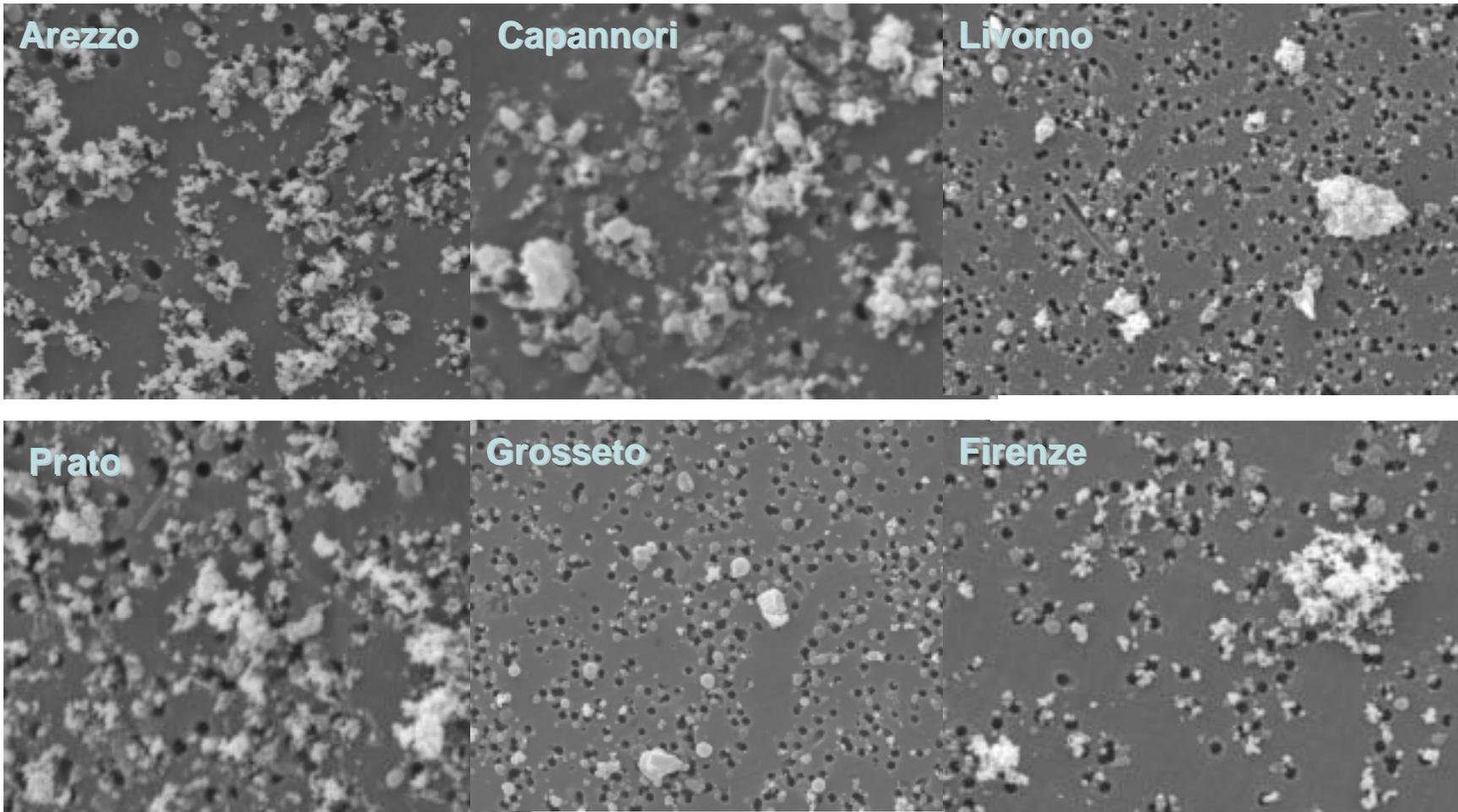


FIRENZE viale U. Bassi Urbana/Fondo

- *Alta concentrazione in numero valore variabili ;*
- *La concentrazione volumetrica risulta molto bassa ($14-44 \mu\text{m}^3/\text{cm}^3$), influenzata dalle particelle grossolane;*
- *PM1 percentualmente elevato (30%);*
- *In alcuni periodi si riscontra elevata presenza di particelle da traffico;*

Dimensioni e morfologia del PM10 in Toscana

C. Grassi, D. Faleri, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



Considerazioni

- Rapporto tra PM2.5 e PM10 per i campioni analizzati vale il 35% confermando le caratteristiche di Fondo Urbano e Periferico/Fondo della media dei siti indagati.
- Valori puntuali hanno registrato valori di PM2.5 pari al 50% delle PM10 in singoli episodi ad AREZZO, PRATO ed a GROSSETO nel periodo invernale.
 - A conferma di questi dati in letteratura si trovano indicazioni di valori del rapporto PM2.5 e PM10 di circa 0.5 in zone urbane, con punte massime che arrivano fino a 0.8 sul bordo di strade trafficate [Kocak et al. 2007];
 - per siti classificati come rurali/naturali, questo parametro può scendere a valori di 0.25, in funzione dalla composizione e dall'origine del particolato.
 - Il rapporto PM1/PM10 è di poco inferiore al precedente, e varia tra 0.3 e 0.6 [Querol et al. 2006], in accordo con i risultati ottenuti.

Considerazioni

- L'analisi morfologica delle particelle ha permesso di aggiungere informazioni sulle caratteristiche delle PM10, confermando i dati precedentemente commentati:
 - per il sito di AREZZO, dove le particelle preponderanti sono quelle da traffico e si è registrata una bassa variabilità delle tipologie di particelle identificate sui filtri.
 - i siti di LIVORNO, GROSSETO e FIRENZE mostrano una elevata variabilità dei contributi delle tipologie di particelle rispetto a quelle raccolte sul filtro sia da giorno a giorno nello stesso sito che da stagione invernale ed estiva.

Conclusioni

- Questi dati confrontati con i risultati delle determinazioni ***chimico-fisiche di laboratorio*** e con dati di ***emissione*** e ***meteorologici*** potranno aiutare nell'interpretazione dei singoli episodi nonché realizzare una base conoscitiva per la determinazione delle sorgenti emissive delle polveri in generale.



Progetto Regionale PATOS: il PM₁₀ in Toscana

***L'influenza delle condizioni meteorologiche
sulle concentrazioni di PM₁₀***

F. Calastrini, C. Busillo, G. Gualtieri

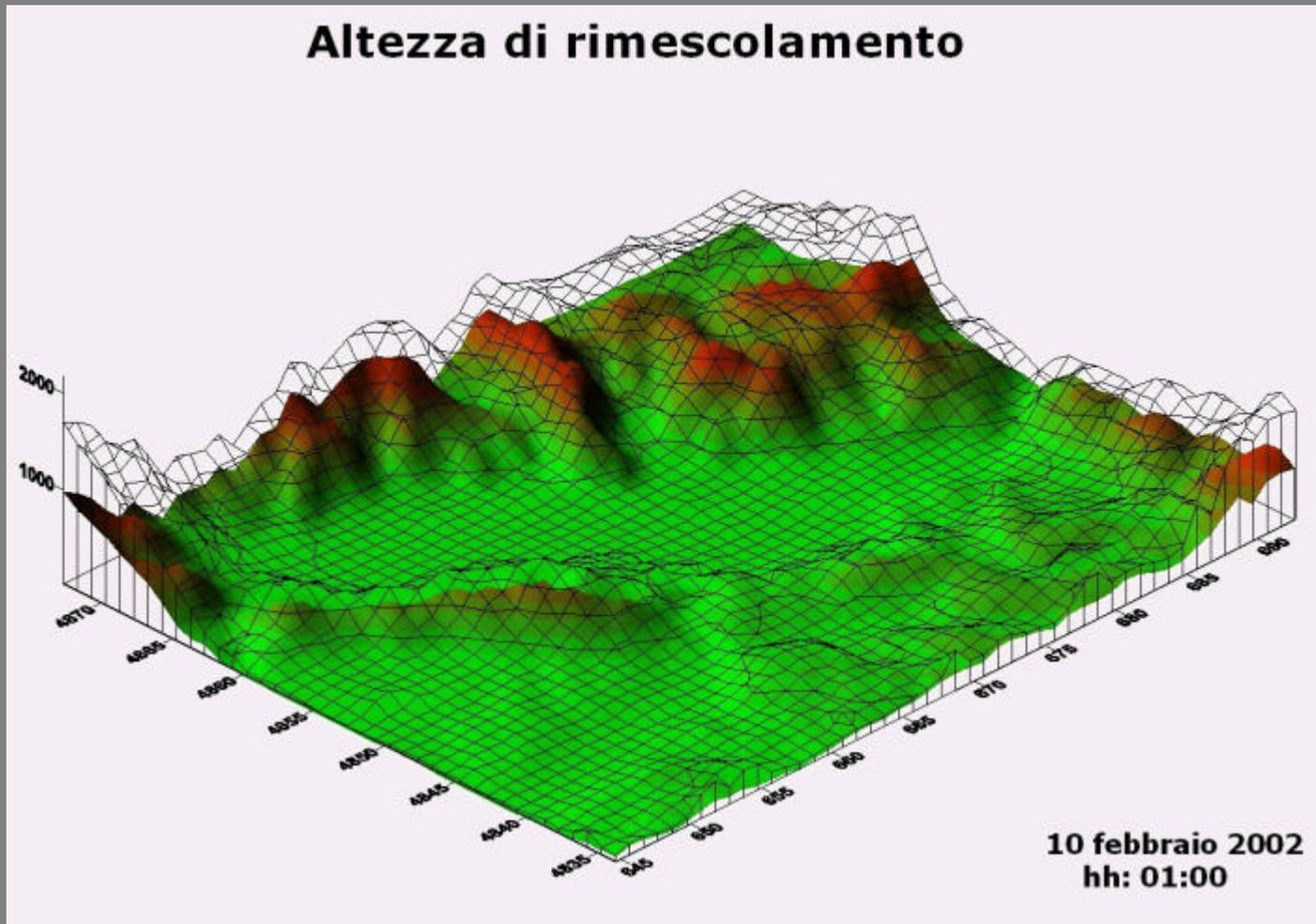


L'influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli di inquinamento

Le condizioni meteorologiche, come è noto, influenzano fortemente i fenomeni di inquinamento atmosferico: le concentrazioni misurate possono essere molto diverse a seconda che si realizzino o meno condizioni favorevoli all'accumulo in aria delle sostanze emesse.

L'analisi climatologica del territorio rappresenta quindi un elemento di valutazione essenziale dello stato di qualità dell'aria di un sito. Oltre al vento, che caratterizza i fenomeni di trasporto nel piano orizzontale, ed alla pioggia, che può favorire la diminuzione delle sostanze in sospensione in atmosfera tramite dilavamento, sono importanti i fenomeni di convezione, cioè di rimescolamento delle masse d'aria lungo la direzione verticale. L'altezza dello strato di miscelamento è un parametro che permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera in cui sono importanti i moti convettivi e quindi di stimare la porzione di atmosfera influenzata dalla presenza di composti inquinanti.

L'Altezza di miscelamento

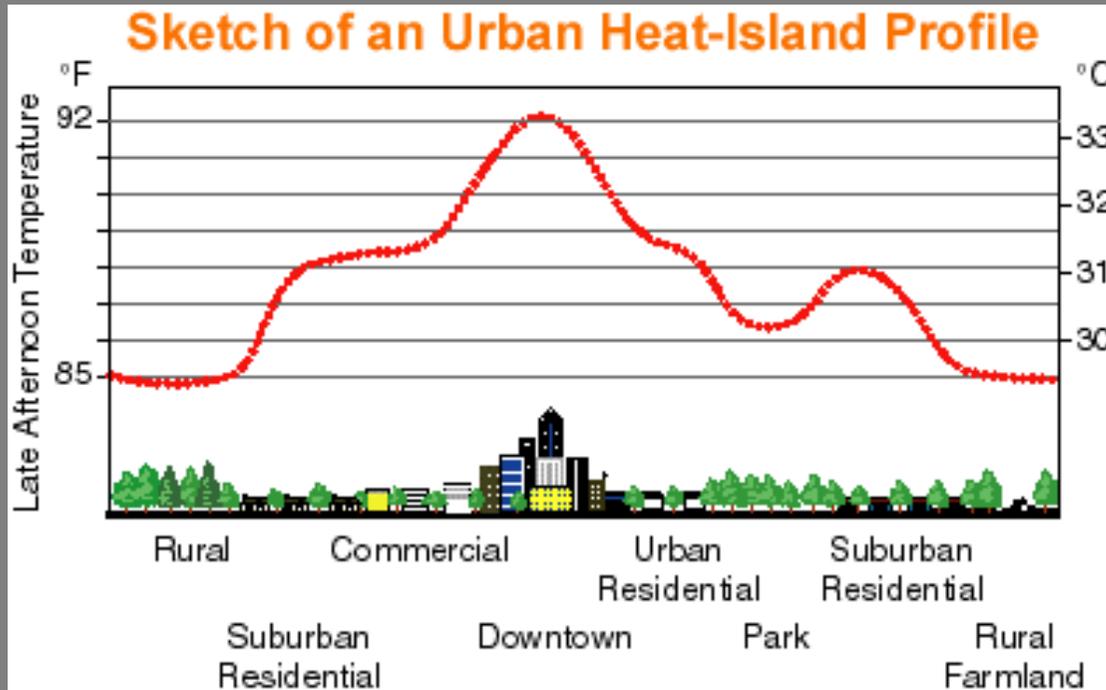


L'altezza di miscelamento ha un andamento giornaliero:

nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino sussistono condizioni stabili, nelle ore centrali, si genera uno strato rimescolato, dopo il tramonto si creano le condizioni di inversione termica ed il ciclo ricomincia.

Esiste anche un andamento stagionale: nei mesi freddi l'altezza di miscelamento resta in genere non troppo elevata anche nei valori massimi, mentre nei mesi caldi aumenta.

L' isola di calore



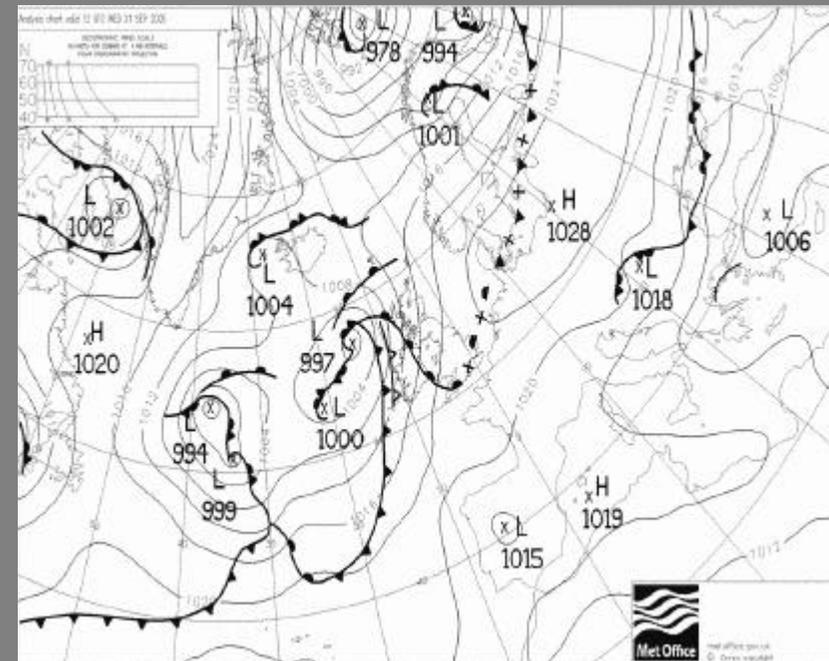
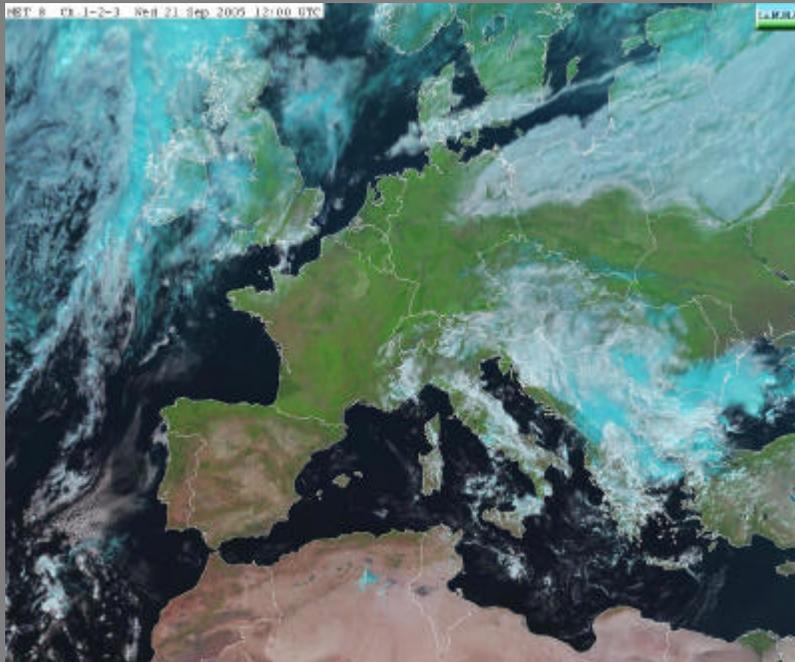
Le precedenti considerazioni sono corrette per le aree rurali, mentre nelle aree urbane il gradiente termico verticale subisce delle variazioni : questo fenomeno è detto **isola di calore**.

L'isola di calore, o meglio, il microclima urbano, può costituire un ambiente in cui **il rimescolamento delle masse d'aria è inibito e quindi la concentrazione degli inquinanti è più alta**.

I report meteorologici

Nell'ambito del **progetto PATOS**, il **LaMMA** ha svolto una attività di supporto allo scopo di effettuare una **caratterizzazione meteorologica** a scala regionale, durante l'intero periodo di campionamento, **da settembre 2005 a ottobre 2006**.

E' stato quindi effettuato con continuità un monitoraggio delle condizioni meteorologiche finalizzato alla realizzazione di **rapporti mensili**, in cui vengono descritte le **condizioni sinottiche**, le **precipitazioni**, le **temperature**, il **quadro anemologico**; ogni rapporto mensile è costituito da tre parti, relative alla prima, alla seconda ed alla terza decade del mese.

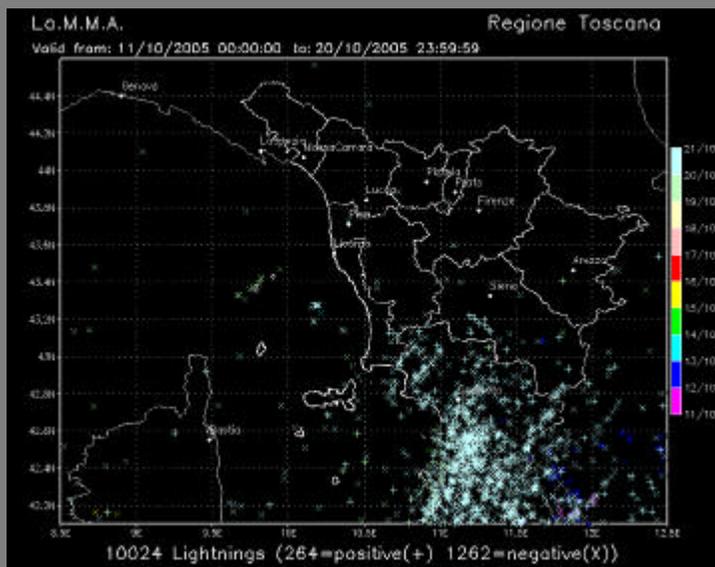
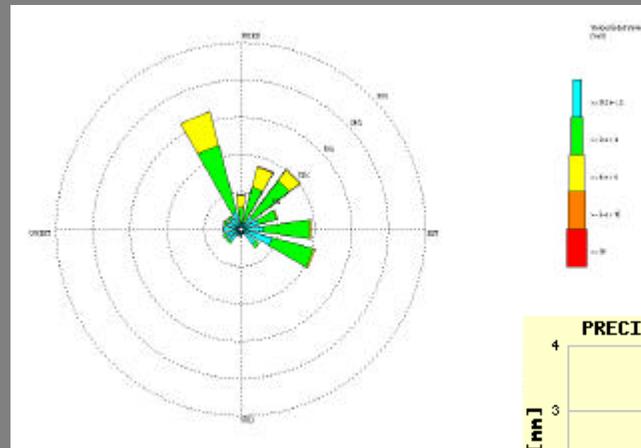
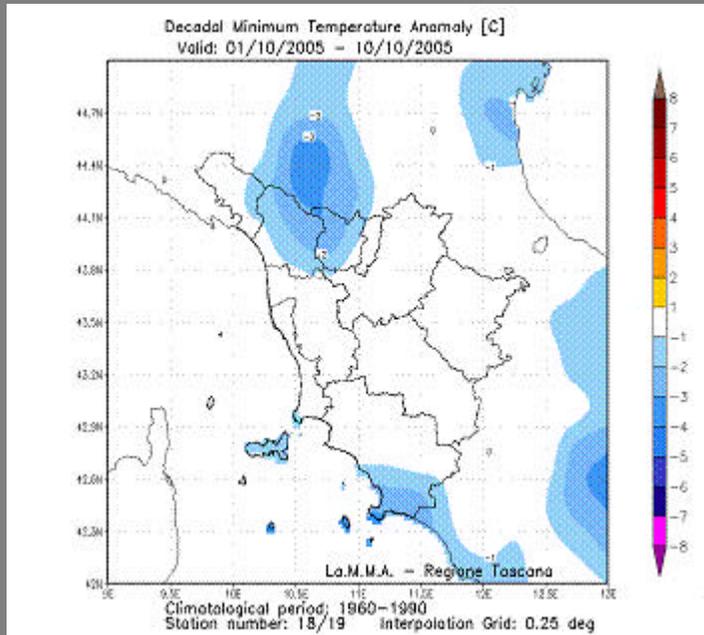




I report meteorologici

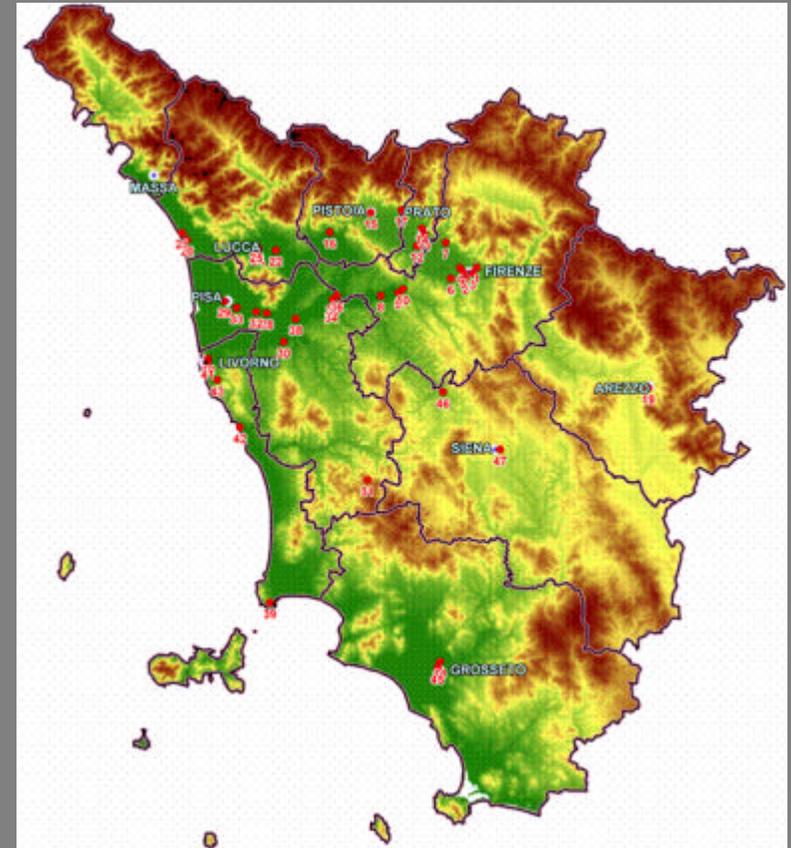
L'attività di redazione dei report mensili sta proseguendo: si segnala che questo materiale è presente e consultabile anche nel sito del LaMMA, al seguente indirizzo:

<http://www.lamma.rete.toscana.it/ita/climanew/report/index.html>



Gli indicatori meteorologici

Inoltre, sempre nell'ambito del **progetto PATOS**, è stato effettuato uno studio finalizzato ad individuare i **parametri meteorologici** che influenzano in modo **significativo** i **processi di formazione** **accumulo** o **dispersione del PM10**. Il lavoro ha richiesto l'analisi di una base-dati costituita dalle **misure di PM10** rilevate **sull'intero territorio regionale** dalla rete di monitoraggio gestita da **ARPAT**, e dalle **misure delle principali variabili meteorologiche** registrate da alcune stazioni a terra, **nell'arco temporale compreso tra il 1° gennaio 2000 ed il 31 dicembre 2004**.





Gli indicatori meteorologici: le serie storiche di PM10

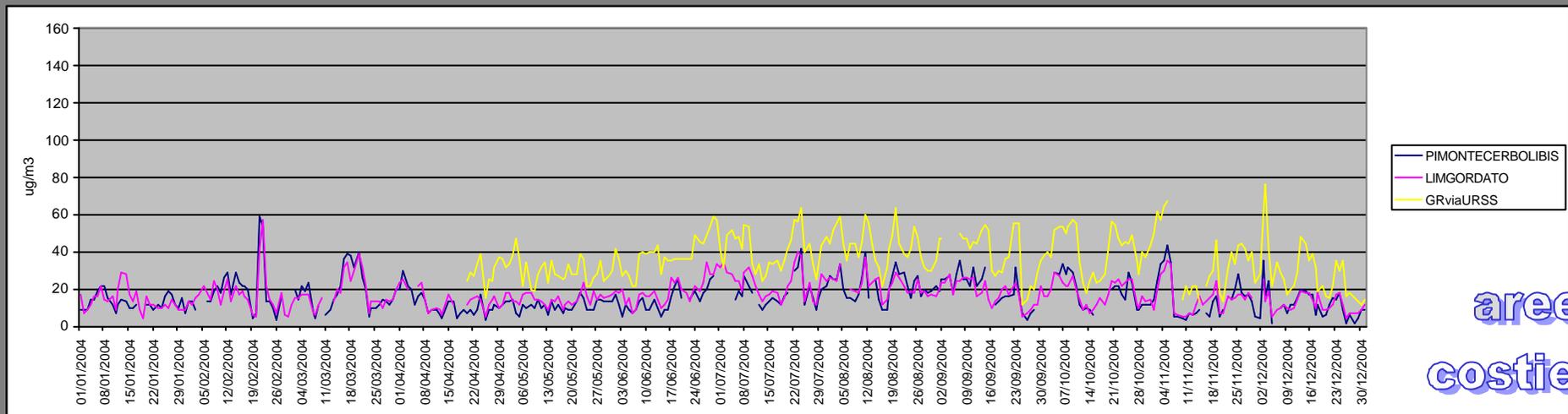
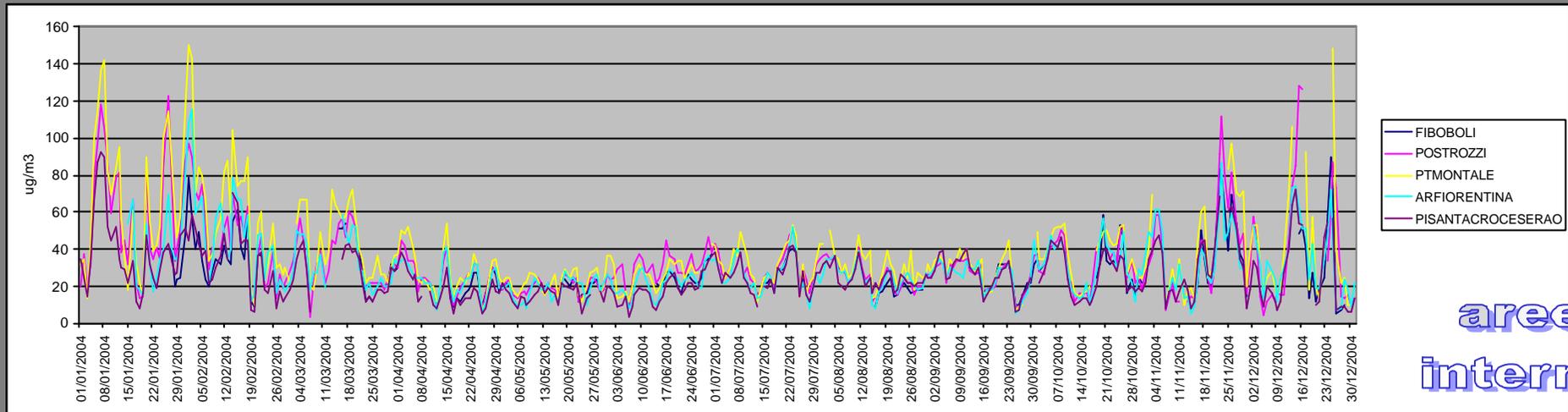
Sono state analizzate le serie storiche delle concentrazioni di PM10 registrate nelle 47 centraline, nell'arco di 5 anni.

I risultati, ottenuti applicando **tecniche statistiche**, evidenziano **tre tipologie di comportamenti**:

- il primo tipo è caratterizzato da un forte andamento stagionale ed è relativo alle **stazioni dell'entroterra**;
- il secondo tipo mostra un andamento pressoché costante, relativo a quelle relative a tre **stazioni sulla costa**;
- il terzo gruppo di stazioni – ubicate in aree urbane in prossimità della costa – mostrano un **comportamento intermedio**.



Gli indicatori meteorologici: le serie storiche di PM10





Gli indicatori meteorologici: le serie storiche di PM10

Il risultato più sorprendente consiste nella possibilità di individuare **due principali tipologie di comportamento**, che caratterizzano la maggior parte delle serie storiche misurate sull'intero territorio regionale.

Si può quindi ipotizzare una marcata **influenza delle condizioni meteorologiche alla scala sinottica** sui valori di **concentrazione di PM10**.

Quantitativamente, i valori di concentrazione hanno una **marcata dipendenza spaziale**, da cui si può supporre che le condizioni sinottiche determinino a scala regionale le condizioni favorevoli o meno all'accumulo degli inquinanti, ma che, in ciascuna area, le concentrazioni possano essere più o meno alte a seconda delle caratteristiche delle sorgenti emmissive locali.



Gli indicatori meteorologici

Sono state evidenziate le relazioni che legano i valori di **concentrazione di PM10** ed alcuni parametri meteorologici:

- **velocità del vento** (media giornaliera),
- **temperatura** (media giornaliera),
- **pioggia** (cumulata su base giornaliera).

Sono stati determinati i **coefficienti di correlazione** tra parametri meteo e misure di PM10.

Sono stati individuati alcuni **valori-soglia** per la **velocità media del vento** e per la **pioggia cumulata** su base giornaliera.

La scelta dei **valori-soglia** è stata effettuata valutando la riduzione delle condizioni di inquinamento critiche a fronte di valori degli indicatori meteorologici superiori a tali soglie.

stazioni	VVP_24	RAIN_MM	g.d.RAIN_MM	T_media_24	
				inverno	estate
FIBASSI	-0.38	-0.17	-0.24	-0.17	0.32
FIBOB	-0.40	-0.18	-0.23	-0.20	0.34
FIGRAM	-0.33	-0.18	-0.18	-0.13	0.10
FIMOSSE	-0.43	-0.10	-0.11	-0.30	-0.19
FIROS	-0.24	-0.10	-0.11	0.03	0.24
FISCAN	-0.46	-0.10	-0.18	-0.19	0.29
FICALENZ	-0.46	-0.18	-0.21	-0.23	0.40
FIEMPO	-0.44	-0.15	-0.16	-0.11	0.17
FIMPRAT	-0.36	-0.25	-0.30	0.24	0.41
FIMMIL	-0.29	-0.21	-0.23	-0.11	0.47
POFER	-0.34	-0.10	-0.15	-0.22	0.27
POFONT	-0.40	-0.07	-0.17	-0.23	0.12
POROMA	-0.43	-0.07	-0.12	-0.19	0.01
POSTRO	-0.30	-0.08	-0.11	-0.18	-0.04
PTZAM	-0.39	-0.11	-0.14	-0.34	0.03
PTMER	-0.46	-0.21	-0.19	-0.45	0.31
PTMONT	-0.44	-0.13	-0.19	-0.38	0.30
ARFIOR	-0.57	-0.15	-0.20	-0.15	0.36
ARREP	-0.20	-0.06	-0.08	0.04	0.14
LU1VIA	-0.07	-0.10	-0.10	-0.14	0.39
LU2VIA	-0.21	-0.20	-0.16	-0.16	0.25
LUCAP	-0.23	-0.21	-0.21	-0.35	0.38
LUCAST	-0.21	-0.16	-0.18	-0.47	-0.16
LUMIC	-0.20	-0.11	-0.15	-0.35	0.14
LUPAS	-0.24	-0.12	-0.20	-0.38	0.21
LUTANG	-0.16	-0.13	-0.15	-0.40	0.28
PIBOR	-0.38	-0.24	-0.18	-0.28	0.18
PICASC	-0.39	-0.26	-0.21	-0.13	0.42
PIFAZIO	-0.41	-0.26	-0.22	-0.18	0.41
PILARI	-0.45	-0.15	-0.21	-0.31	0.34
PIMCERB	-0.11	-0.17	-0.26	0.28	0.61
PINAVA	-0.40	-0.21	-0.19	-0.10	0.38
PIORAT	-0.39	-0.19	-0.27	-0.10	0.48
PISROM	-0.41	-0.24	-0.24	-0.30	0.39
PISCCOOP	-0.37	-0.21	-0.20	-0.16	0.35
PISCER	-0.35	-0.18	-0.19	-0.27	0.27
PISCOTTO	-0.30	-0.24	-0.27	-0.37	0.50
PIPONTE	-0.51	-0.18	-0.19	-0.21	0.44
LICOTONE	-0.10	-0.04	-0.19	0.34	0.34
LIGOB	-0.21	-0.29	-0.27	0.17	0.45
LICARD	-0.31	-0.24	-0.14	0.01	0.22
LIVENETO	0.26	-0.14	-0.14	0.05	0.29
LIMGOR	-0.10	-0.18	-0.24	0.39	0.58
GRURSS	-0.14	0.00	-0.06	-0.02	0.02
GRSON	-0.19	-0.03	0.00	0.11	0.34
SICAMPI	-0.20	-0.06	-0.06	-0.21	-0.16
SIDPONT	-0.34	-0.04	-0.10	-0.13	-0.03

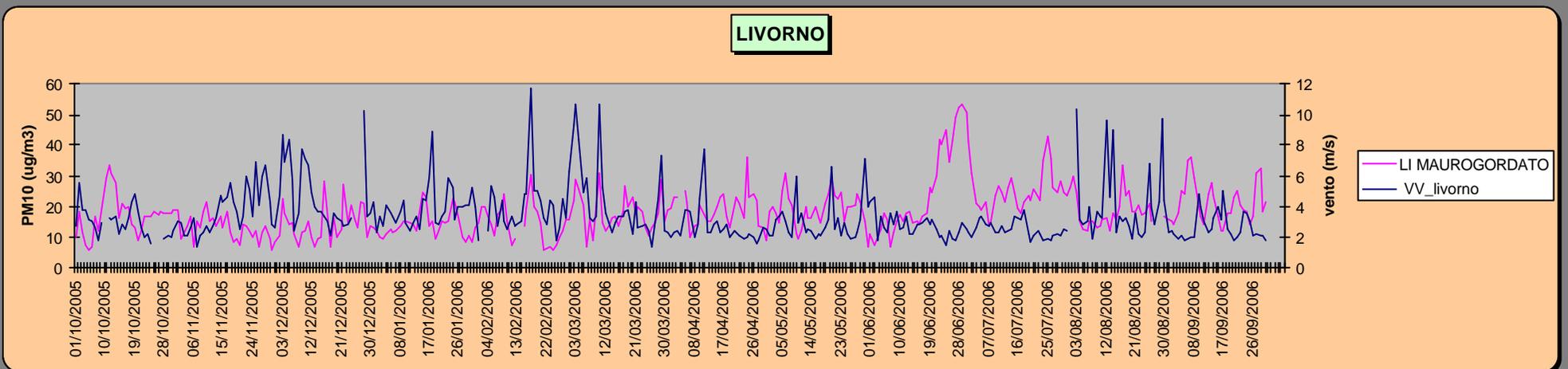
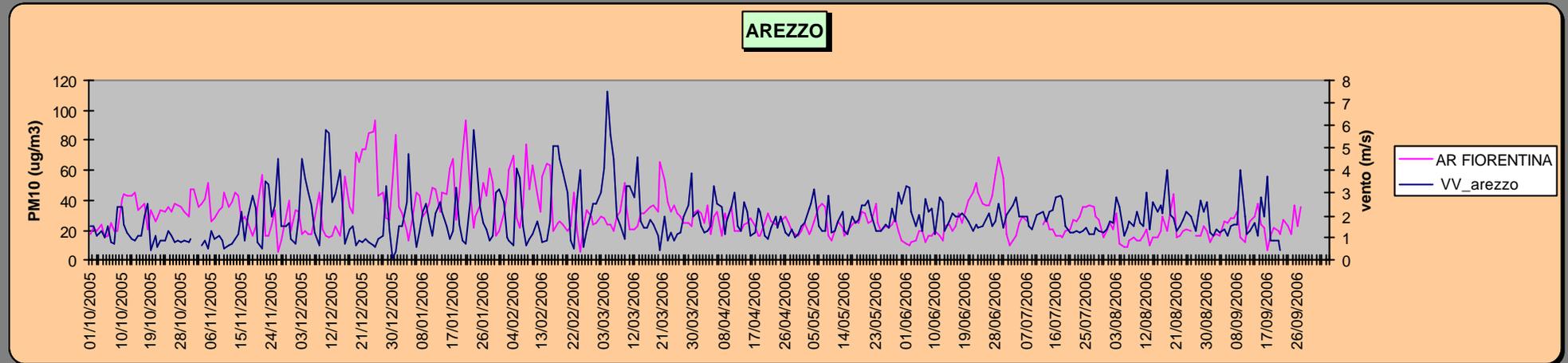
Velocità media del vento

Per quanto riguarda la **velocità del vento**, si può concludere che gli eventi influenti ai fini della riduzione delle concentrazioni siano quelli caratterizzati da un **vento medio-forte, persistente per molte ore o addirittura qualche giorno**: queste condizioni si verificano generalmente **alla scala sinottica** e non si tratta quindi di eventi locali.

Per l'indicatore meteo "**velocità media giornaliera del vento**" sono stati individuati **dei valori-soglia**, variabili però in relazione alla stazione meteo scelta.



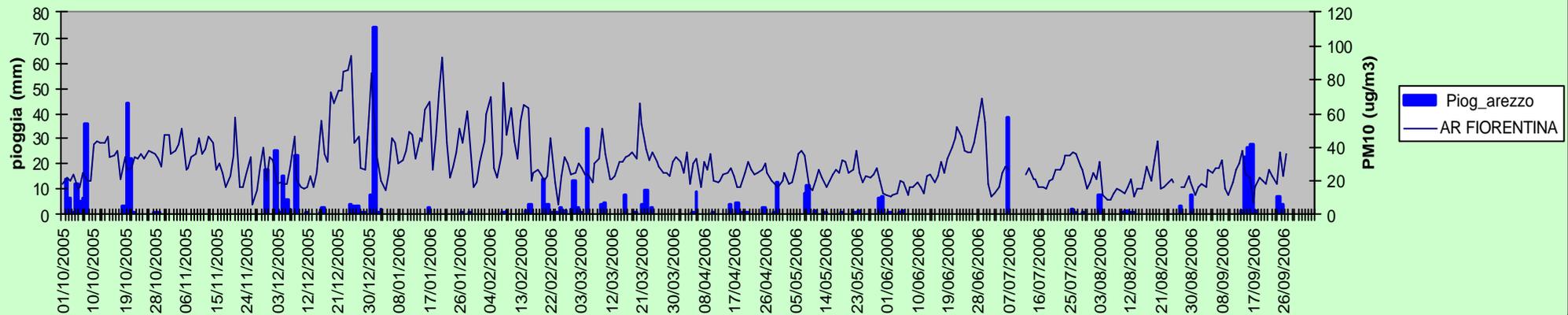
Confronto tra le concentrazioni di PM10 e i dati di velocità del vento



Pioggia

Per quanto riguarda le misure di pioggia, sono stati individuati come indicatori la pioggia cumulata giornaliera (RAIN_mm) ed un secondo indicatore (g.d.RAIN_mm), che ha la funzione di correlare i valori di pioggia con i valori di concentrazione di PM10 registrati il giorno successivo all'evento di pioggia. Per entrambi gli indicatori, solo gli eventi di pioggia con intensità superiore ad una determinata soglia – ad esempio 10 mm – hanno un effetto sulle concentrazioni di PM10. Questi indicatori devono essere valutati sulla base di dati rilevati in zone vicine o comunque rappresentative delle aree in cui si trovano le centraline di monitoraggio.

AREZZO





Temperatura

Per l'indicatore **temperatura media giornaliera** si distinguono due comportamenti:

- nel gruppo di **stazioni localizzate nell'entroterra** si registrano valori di concentrazione più alti nel semestre freddo rispetto ai valori registrati nel semestre caldo,
- nel gruppo di **stazioni localizzate sulla costa** si evidenzia un andamento delle concentrazioni correlato con quello delle temperature.

Su base stagionale, per le stazioni del **primo gruppo** esiste una marcata **anticorrelazione durante il semestre freddo** ed una **correlazione nel semestre caldo**.

La causa è probabilmente imputabile alle **emissioni da riscaldamento**; inoltre, quando si verificano episodi di freddo intenso, si instaurano anche **condizioni stabili**, favorevoli all'accumulo degli inquinanti. La correlazione tra la temperatura ed i valori di concentrazione nel **semestre caldo** potrebbe riguardare i meccanismi di formazione del **particolato di origine secondaria**.

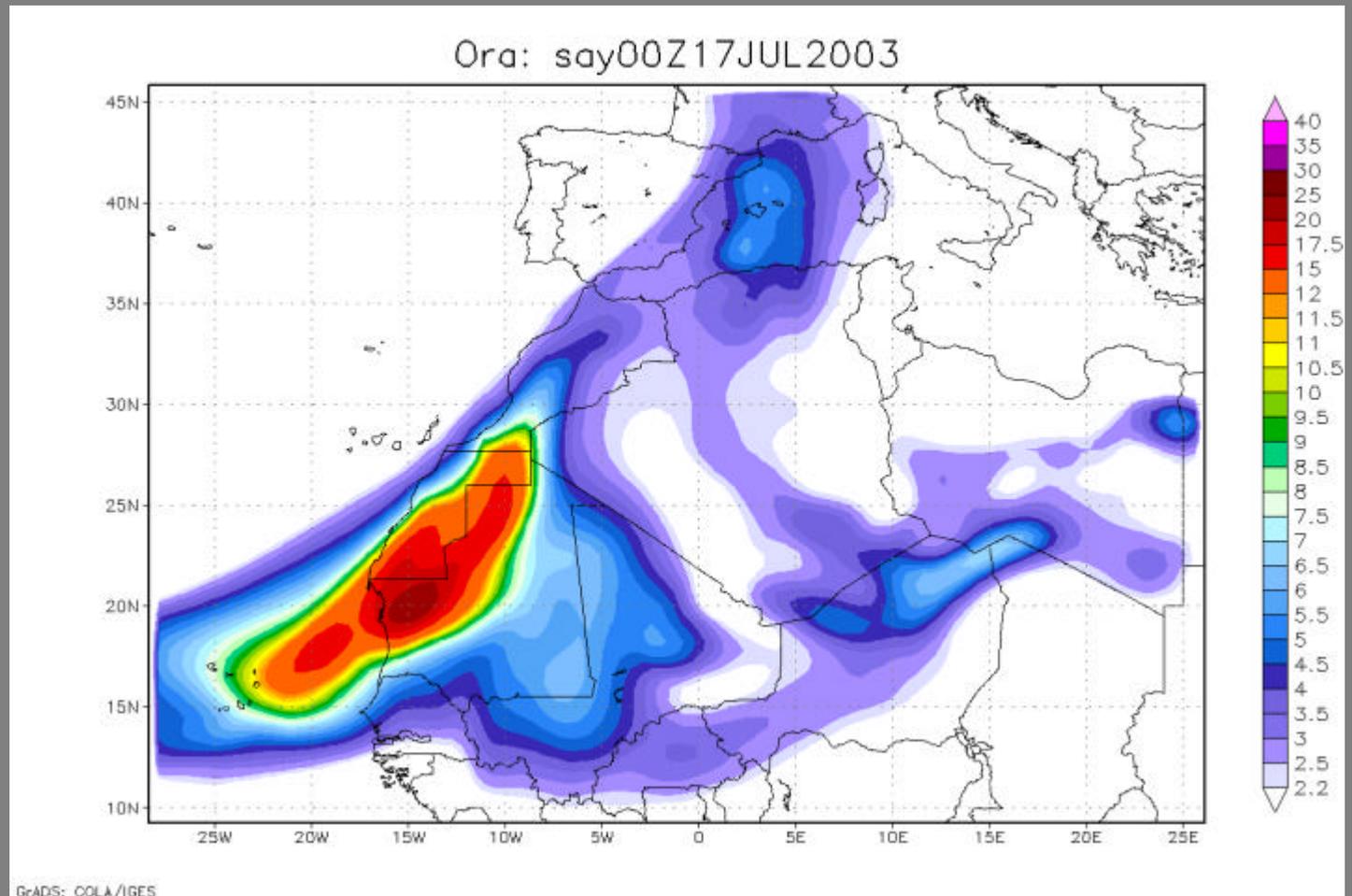
Per le stazioni del **secondo gruppo** non si riscontrano differenze nei periodi invernale ed estivo, esiste **sempre una correlazione** tra i dati di concentrazione e di temperatura; la causa potrebbe essere legata ai processi di **formazione dell'aerosol marino**.

Trasporto di sabbia del deserto

Attraverso applicazioni
modellistiche, con il
sistema

RAMS-DUSTEM-CAMx

è possibile simulare gli
episodi di trasporto di
sabbia dal deserto del
SAHARA





Conclusioni

In conclusione, lo studio finalizzato ad individuare i parametri meteorologici che influenzano in modo significativo i processi di formazione, accumulo o dispersione del PM₁₀, insieme alla redazione dei report meteorologici mensili, costituisce una base per caratterizzare, dal punto di vista delle condizioni meteorologiche e della relativa capacità dispersiva dell'atmosfera, il periodo in cui si è svolta la campagna di misure prevista dal progetto "PATOS".



Firenze 26 marzo 2007

Effetti sanitari del materiale particellare fine

Achille Marconi, Giuseppe Viviano
Reparto di Igiene dell'Aria
Dipartimento Ambiente e Prevenzione Primaria
ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ



il DPR 23/5/03: Piano nazionale Sanitario 2003-2005. (G.U. n. 139 del 18/6/03, so) riporta:

accertato il diretto rapporto tra elevata concentrazione di particolato e tasso di mortalità per complicanze polmonari che si verificano nei giorni successivi ad elevate concentrazioni: sono soprattutto gli anziani, i bambini e le persone con malattie croniche dell'apparato respiratorio ad essere maggiormente colpiti

la commissione nazionale emergenza inquinamento atmosferico nella “Relazione conclusiva” (marzo 2006) riporta:

- La letteratura scientifica ha messo in evidenza come gli **effetti sulla salute** degli inquinanti atmosferici siano **sia acuti che cronici** che possono comportare una diminuzione della speranza di vita ed un aumento della mortalità generale.
- **Effetti acuti** per variazioni di breve periodo (ora o giorno): aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti malati, infezioni respiratorie acute, crisi di asma bronchiale, disturbi circolatori ed ischemici, morte.
- **Effetti cronici** per esposizioni a lungo periodo: sintomi respiratori cronici quale tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, tumore polmonare.
- Risulta indispensabile **approfondire la conoscenza della composizione** del particolato (dimensioni e composizione) per individuare le componenti più importanti dal punto di vista epidemiologico, tossicologico e fisiopatologico.
- L'elevata mobilità della popolazione e il numero di ore passate in ambienti *indoor* rende complessa una **stima accurata della esposizione** effettiva.



effetti correlati ad esposizione a materiale particolare (WHO 2004)

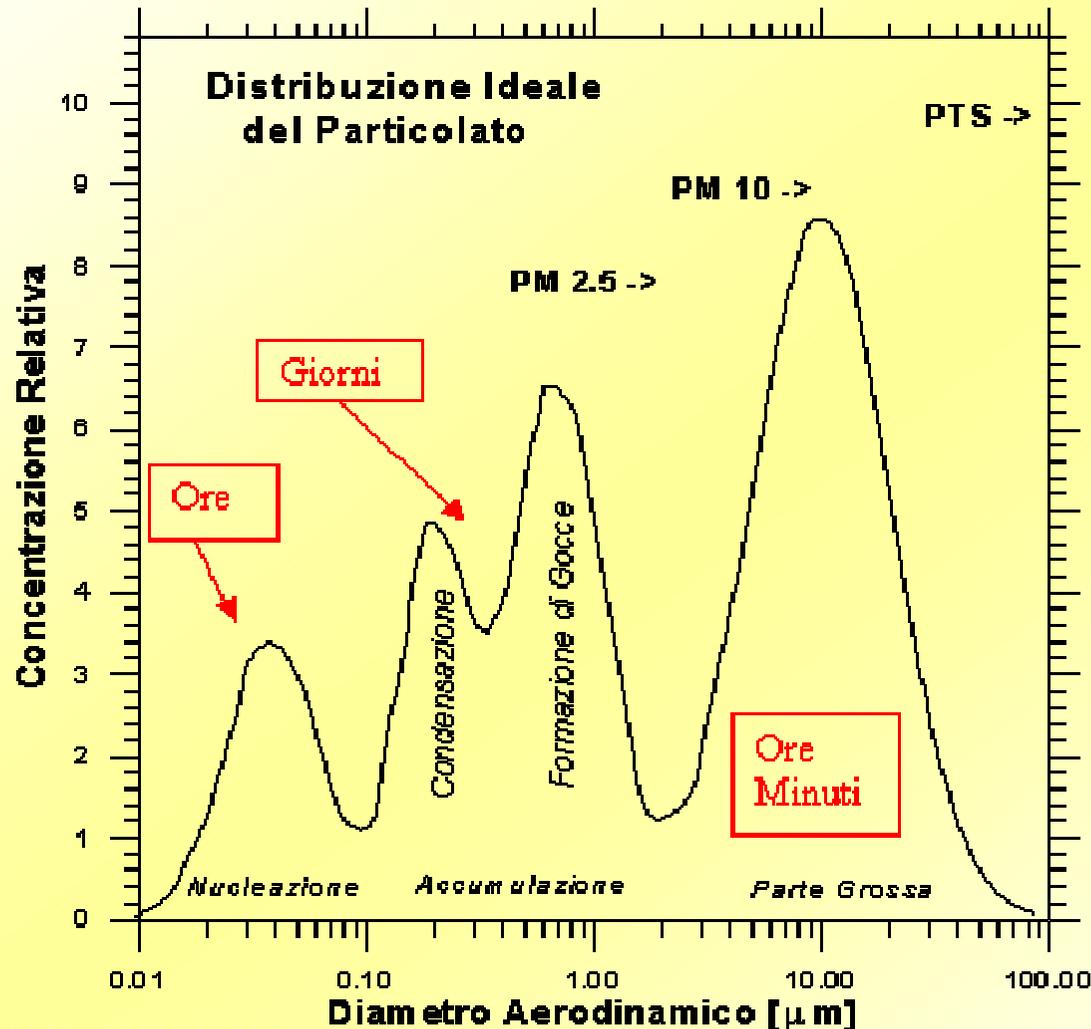
Breve termine

- reazioni polmonari infiammatorie
- sintomi respiratori
- effetti avversi al sistema cardiovascolare
- incremento nell'uso di farmaci
- incremento dei ricoveri ospedalieri
- incremento della mortalità

Lungo termine

- incremento in di sintomi respiratori
- riduzione della funzionalità polmonare nei bambini
- incremento delle patologie croniche polmonari ostruttive
- riduzione della funzionalità polmonare negli adulti
- riduzione della aspettativa di vita, soprattutto dovuto a mortalità per cause polmonari e probabilmente cancro al polmone

Il materiale particellare: formazione, tempi di sospensione, granulometrie



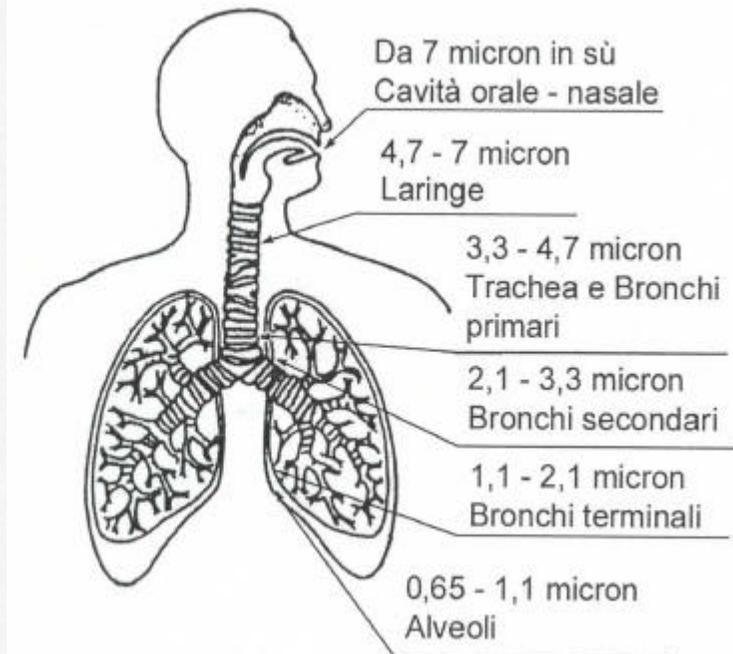
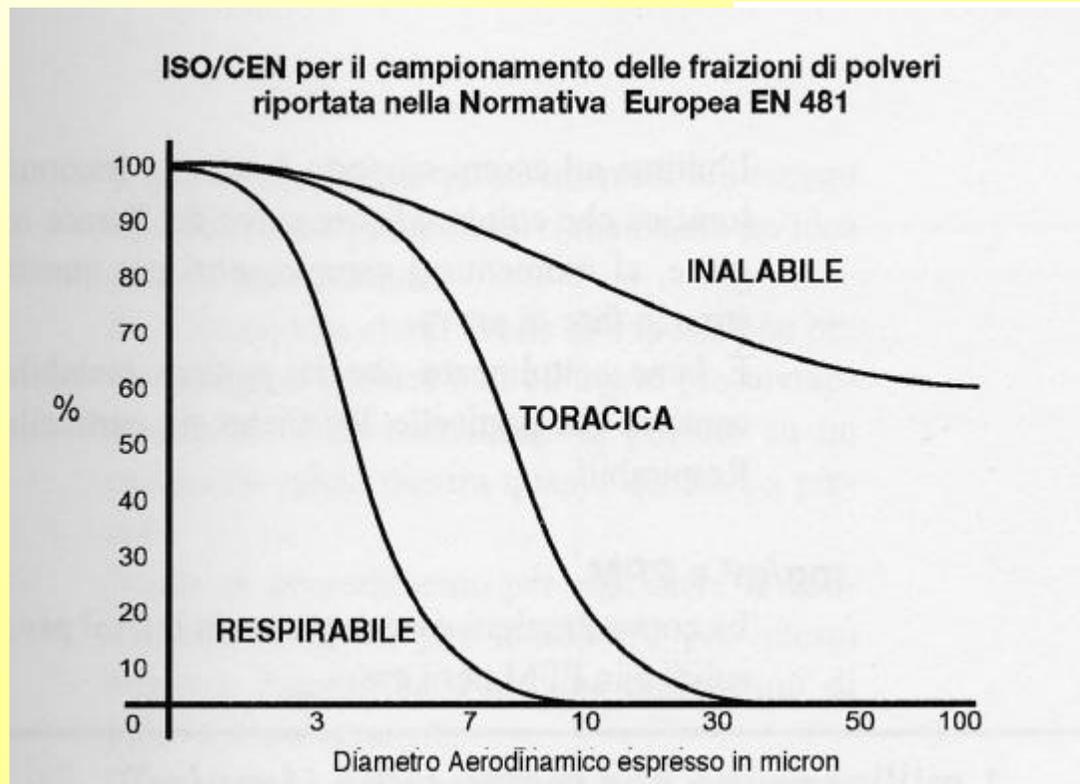
- particelle *grossolane* (PM_{10}) (silicio, ferro, alluminio, sale marino e particelle vegetali)

- particelle *fini* ($\text{PM}_{2,5}$) (solfati, nitrati, composti organici, metalli e ammoniacali)

- particelle *ultrafini* ($< 0,1 \text{ mm}$) tendono ad aggregarsi o a coagulare per formare particelle di dimensioni più grandi

livello di penetrazione delle diverse granulometrie di particolato nell'apparato respiratorio umano

alcuni studi suggeriscono che le particelle fini ($< 2,5 \mu\text{m}$ $PM_{2,5}$) sono più fortemente associabili all'aumento di mortalità rispetto alle inalabili (PM_{10}) o le totali (PM)



- *Diversi studi inalatori ed epidemiologici hanno evidenziato la possibilità' di effetti negativi per la salute delle particelle ultrafini (UF).*
- *Gli studi hanno mostrato che le UF che penetrano negli spazi polmonari, possono provocare infiammazione e aggravare la sintomatologia cardiovascolare o la funzione respiratoria degli asmatici, anche se la massa di PUF e' molto bassa.*
- *L'interesse nella misura del numero e delle dimensioni delle UF deriva dal fatto che la distribuzione dimensionale numerica dell'aerosol urbano è dominata dalle UF, benchè esse contribuiscano molto poco alla concentrazione totale di massa*

Roma, 29 Novembre 2002

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute

Francesco Forastiere

Dipartimento di Epidemiologia ASL Roma 1, Roma

Il quale Espande l'ospedale.it

Valutazione degli effetti di impatto sanitario: incremento percentuale nella frequenza dei fenomeni all'aumentare di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10}

meccanismi biologici

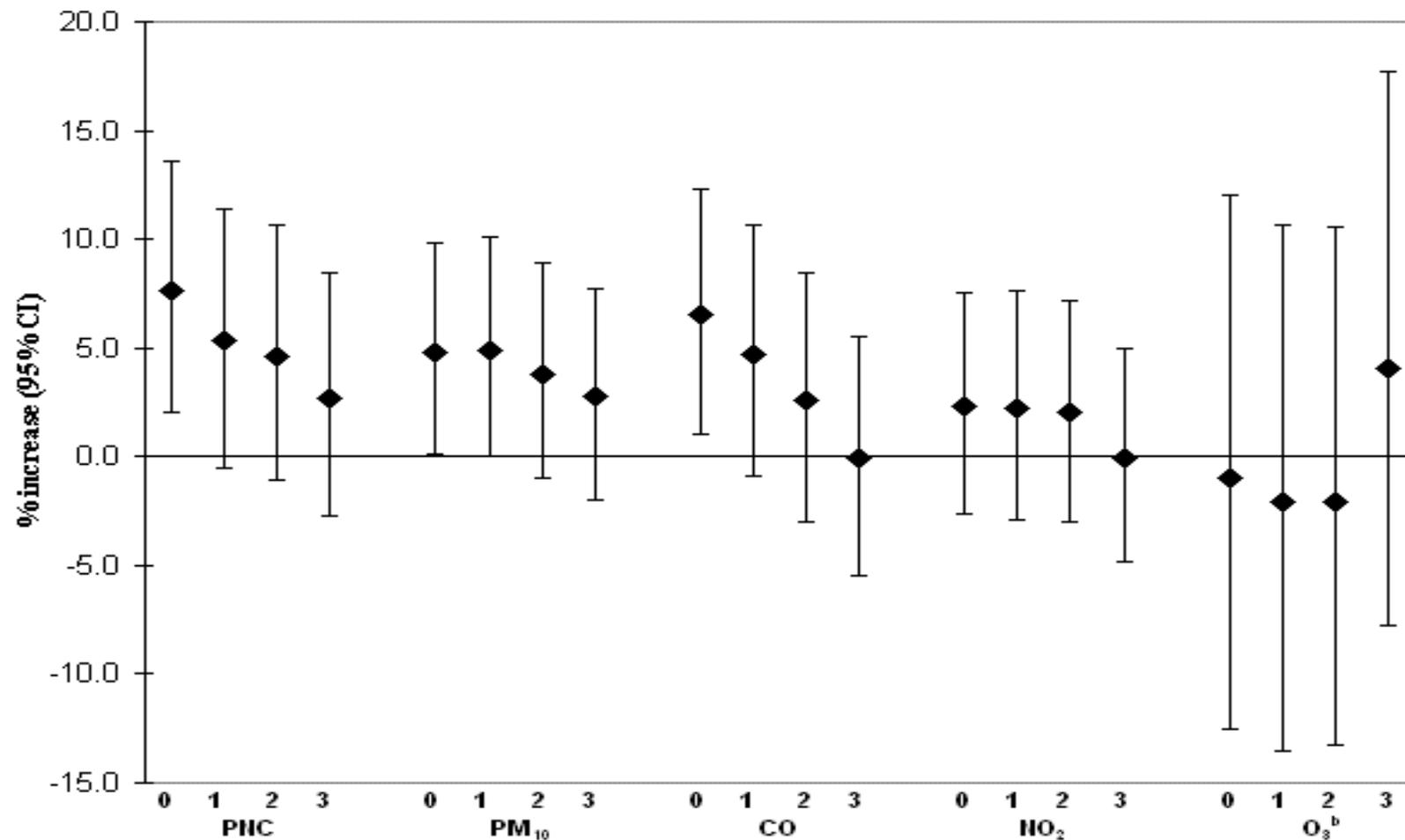
Il sistema respiratorio è la sede primaria del danno (con meccanismi di tipo ossidativo ed infiammatorio), ma anche l'apparato cardiovascolare è interessato, in particolare per i meccanismi che regolano il ritmo cardiaco.

Effetti a breve termine	
Aumento della mortalità generale (per ogni 1000 persone/anno)	1,5-2%
- per cause respiratorie	3-5%
- per cause cardiovascolari	1-2%
Aumento dei ricoveri in ospedale per malattie respiratorie	1,5-2%
- per malattie cardiovascolari	0,5-1%
Aumento delle consultazioni mediche urgenti cause di ricovero	2%
Aumento degli attacchi di asma negli asmatici	5%
Aumento dell'uso dei farmaci broncodilatatori negli asmatici	5%
Aumento delle emergenze ospedaliere e dimissioni nelle malattie a causa di asma	10%
Effetti a lungo termine	
Aumento complessivo della mortalità	2-3%
Aumento della incidenza di bronchite cronica negli adulti	2%
Aumento della tosse e della espettorazione negli adulti	13%
Aumento della bronchite e dei disturbi respiratori nei bambini	15%
Diminuzione delle malattie polmonari negli adulti	-5%

Conclusioni

Sulla base degli studi epidemiologici elencati, condotti in ambito internazionale ed italiano, si può concludere che all'inquinamento atmosferico urbano è attribuibile oggi una quota rilevante di morbosità acuta e cronica. La speranza di vita dei cittadini che vivono in città con livelli di inquinamento elevato è diminuita. Gli effetti si verificano ai livelli attuali di inquinamento ambientale e non sembra esserci una soglia al di sotto della quale non si osservano danni. I gruppi di popolazione più colpiti dall'inquinamento ambientale sono soprattutto gli anziani e le persone in condizione di salute più compromessa come i malati di patologie cardiache e respiratorie. Per queste persone, l'esposizione ad inquinamento ambientale peggiora la prognosi e aumenta la probabilità di morte. E' stato documentato che i bambini tendono ad ammalarsi più frequentemente per cause respiratorie, in particolare bronchite ed asma, e l'esposizione ad inquinanti peggiora lo stato di malattia in bambini affetti da compromissione cronica delle vie aeree. I neonati, infine, sembrano essere a particolare rischio di morte per effetto dell'inquinamento ambientale.

Sulla base delle stime di impatto condotte dalla Organizzazione Mondiale della Sanità, l'inquinamento ambientale costituisce un problema di sanità pubblica molto rilevante.



Associazione tra inquinanti dell'aria e morti per infarto coronarico fuori ospedale: % di incremento del rischio
(Roma 1998-2000) (Forastiere et al, 2005. AJRCCM)

Forastiere et al, 2005. AJRCCM

MISA 1 Metanalisi Italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico (2001)

Considera 8 grandi città italiane (circa 7 milioni di abitanti), periodo 1990 – 1999

Valutare relazione tra livelli giornalieri di inquinanti (PM₁₀, NO₂, SO₂, CO, O₃) ed eventi sanitari rilevanti:

- Mortalità (totale, cause cardiache, cause respiratorie)
- Ricoveri ospedalieri (cause cardiache, cause respiratorie)

Conferma quanto già rilevato anche in altri Paesi (USA ed Europa)

La relazione tra esposizione ad inquinanti (specie polveri fini) ed effetti sanitari è coerente con un modello dose-risposta senza soglia.

MISA 1 principali risultati

- l'effetto dell'inquinamento atmosferico sulla salute si realizza nell'arco di qualche giorno
 - gli effetti sono più pronunciati nei mesi caldi dell'anno (anche maggiore esposizione)
 - stime di rischio più elevate per la popolazione anziana
 - associazione statisticamente significativa fra inquinanti e indicatori sanitari considerati
 - stime rischio più elevate per gli esiti respiratori rispetto a quelli cardiaci
 - PM₁₀, per ogni aumento di 10 µg/m³ incremento nello stesso giorno o nel successivo di
- Mortalità: 1,3% totale, 1,4% cardiovascolare, 2,1% respiratoria,
Ricoveri: 0,8% cause cardiovascolari, 1,4% cause respiratorie

MISA 2 Metanalisi Italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico (2004)

Considera 15 grandi città italiane (circa 9 milioni di abitanti)

Valutare relazione tra livelli giornalieri di inquinanti (PM₁₀, NO₂, SO₂, CO, O₃) ed eventi sanitari rilevanti:

Mortalità (cause: totali, cardiache, respiratorie, cerebrovascolari)

Ricoveri ospedalieri (cause cardiache, cause respiratorie)

Relazione tra livelli di inquinamento ed effetti sanitari risulta presente anche per modesti livelli di inquinamento, conferma dei risultati del MISA 1, la relazione tra esposizione ad inquinanti (specie polveri fini) ed effetti sanitari è coerente con un modello dose-risposta senza soglia.

Rispetto ad analoghi studi in altri Paesi MISA 2 sembra indicare stime più elevate (fattori climatici e stili di vita)

MISA 2 principali risultati

- aumento mortalità giornaliera associato ad incrementi di della concentrazione degli inquinanti considerati.
- forte evidenza, per ogni inquinante, dell'aumento della mortalità e dei ricoveri ospedalieri nella stagione calda
- impatto complessivo mortalità tra 1,4% e 4,1% (per NO₂, CO), per il PM₁₀ tra 1% e 3,3%
- ritardo dell'effetto, variabile a secondo dell'inquinante (es. rischio mortalità per PM₁₀ 2 giorni, per NO₂ fino a 4 giorni)
- debole evidenza degli effetti a breve termine degli inquinanti per le classi di età estreme (0-24 mesi e > 85 anni)

LE INCERTEZZE

- ***Restano molti interrogativi sui meccanismi biologici e intorno ai parametri biologicamente più rilevanti:***
 - ***la specifica frazione dimensionale***
 - ***la massa delle particelle***
 - ***il numero di particelle ultrafini (quelle aventi dimensioni inferiori a 0,1 μm)***
 - ***la loro composizione chimica (in particolare il contenuto di metalli di transizione)***
- ***E' stato ipotizzato che la concentrazione numerica di particelle ultrafini sia un parametro particolarmente rilevante negli studi sugli effetti sanitari.***

valutare l'esposizione inalatoria

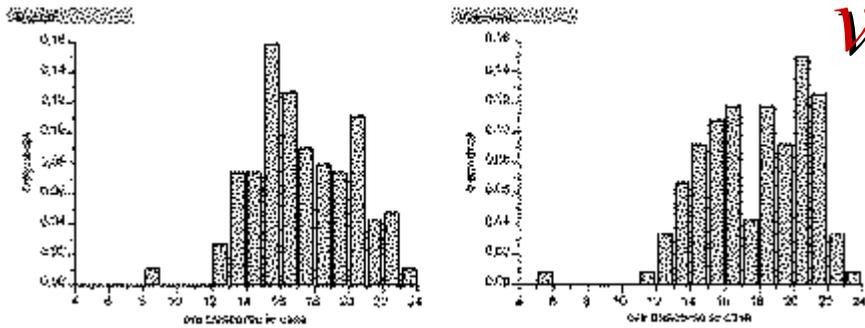


Figura 2. Distribuzione giornaliera delle ore trascorse in casa dai bambini di età compresa fra 7 e 9 anni, maschi e femmine

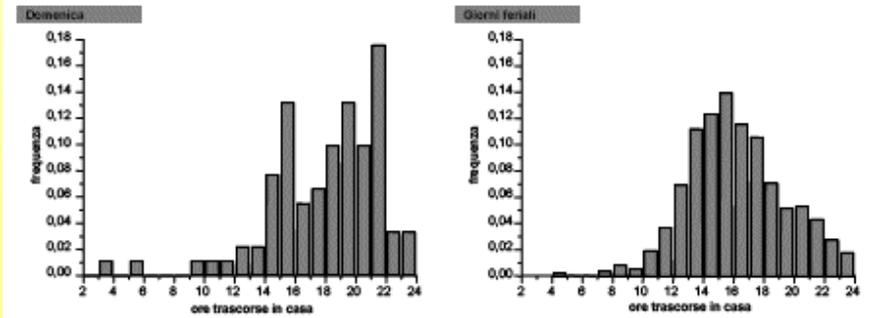


Figura 3. Distribuzione giornaliera delle ore trascorse in casa dalle femmine di età compresa tra 19 e 40 anni, distinte per giorni feriali e per la domenica

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Studio di valutazione dell'esposizione inalatoria e contaminazione atmosferica nella città di Ferrara, Decreto 1188

Università degli Studi di Ferrara
 Dipartimento di Scienze Ambientali e del Territorio
 Via S. Maria 151, 44100 Ferrara, Italia
 Tel. +39 0532 471000, Fax +39 0532 471001
 E-mail: info@unife.it, www.unife.it

Volume 1
 Rapporti ISTISAN 05/08

Rilevazione di abitudini, stili di vita e attività giornaliere della popolazione di Ferrara
 Diario Settimanale

Ferrara 2002

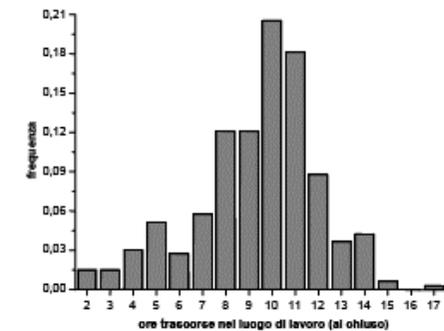


Figura 4. Distribuzione di frequenza giornaliera delle ore trascorse al lavoro al chiuso del gruppo dei maschi di età compresa tra 19 e 40 anni

Tabella 19. Percentuale di utilizzo dei mezzi di trasporto nei diversi gruppi età-sesso

Classe di età	Auto (%)		Moto (%)		Bici (%)		A piedi (%)		Bus (%)		Treno (%)	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
1-5 anni	57,6	57,5	-	0,0	2,0	7,5	31,3	26,2	1,1	-	-	-
6-13 anni	51,2	54,9	<1	<1	1,8	13,4	24,9	27,0	3,6	4,0	<1	<1
14-18 anni	29,9	27,6	1,0	12,0	32,0	25,0	22,0	24,7	2,1	0,9	<1	<1
19-40 anni	51,5	53,9	<1	6,3	10,4	4,7	27,0	36,0	2,1	3,9	1,3	<1
41-65 anni	65,1	59,5	<1	1,4	11,2	13,9	27,0	29,4	3,7	<1	<1	<1
>65 anni	15,5	32,0	-	<1	14,9	32,7	33,2	31,7	4,1	1,8	<1	<1

F = femmine; M = maschi

Tabella 20. Distribuzione dei tassi giornalieri di inalazione in (µg/m³) per ogni gruppo

Indicatore	1-5 anni		6-13 anni		14-18 anni		19-40 anni		41-65 anni		>65 anni	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Media	8,5	7,1	8,0	9,5	11,8	12,1	14,1	12,5	10,0	10,9	12,2	14,3
SD	3,5	3,7	4,1	4,8	2,7	3,6	3,3	3,7	2,9	3,4	3,6	3,6
P25	6,1	5,9	5,3	6,2	8,9	12,6	13,6	14,4	14,0	14,0	13,6	12,9
P50	8,5	7,2	8,8	9,0	10,4	13,4	15,5	17,0	15,4	15,4	13,9	13,7
P75	11,1	7,5	9,9	9,7	12,5	17,5	18,9	20,4	17,4	18,6	14,5	14,9
P95	17,4	9,2	11,1	12,3	16,1	22,2	22,3	25,3	21,4	23,1	18,0	17,9
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	10,2	11,3	10,0	10,0	10,0	10,0
Max	6,9	10,2	14,3	15,8	27,8	24,9	28,7	21,7	30,9	35,9	18,8	21,0

SD = deviazione standard; P₂₅ = 25° percentile; P₅₀ = 50° percentile; P₇₅ = 75° percentile; P₉₅ = 95° percentile

Tabella 12. Frequenza (%) di utilizzo dei mezzi di trasporto

Mezzo di trasporto	Classe d'età									
	0-13		14-17		18-47		48-65		>65	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Auto	49	62,7	36	35	69	62,4	61	51	89	90,7
Moto	2,1	-	19,8	6,3	4,3	3,9	3,4	0,4	0,3	-
Bus	6,7	4,8	3,7	1,9	0,9	0,9	1,7	9,4	3,1	-
A piedi	48	43	69,9	49,7	24	41,2	30,3	42	59,4	59,8
Bus	3,2	3,46	19	19,7	3,9	3	3,9	3,1	4	3,8
Treno	-	-	-	-	0,6	4,7	0,9	0,9	-	-
Altro	4,5	4,2	8,7	8,9	11,3	9,7	1,9	9,2	2,1	0,1

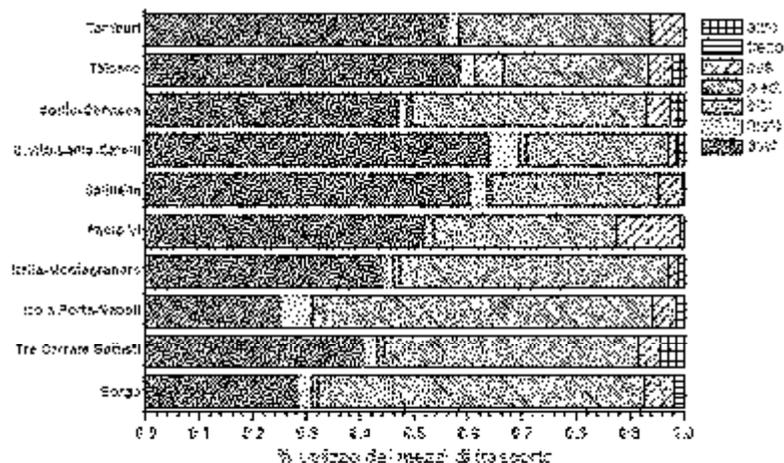


Figura 13. Percentuale di utilizzo dei mezzi di trasporto nei diversi quartieri del Comune di Taranto

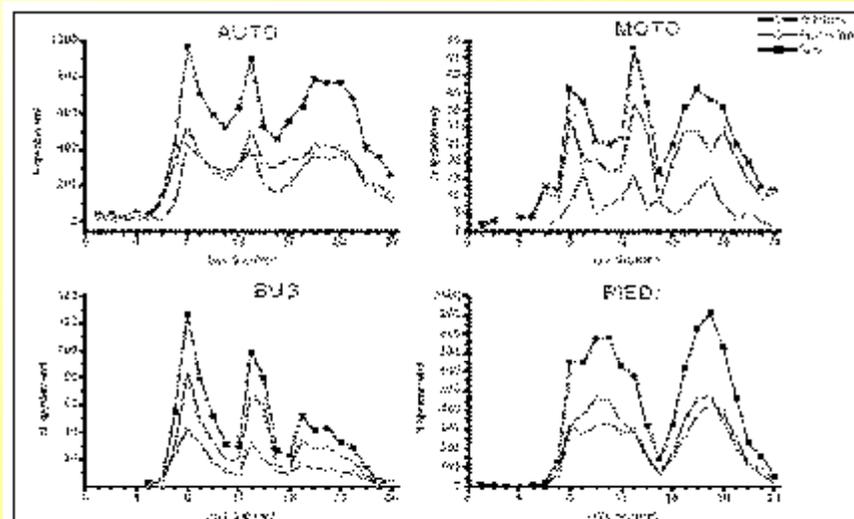


Figura 14. Andamenti giornaliero degli spostamenti effettuati: con l'automobile, con la moto, con il mezzo pubblico e a piedi

Tabella 15. Distribuzioni del carico inalatorio giornaliero (m³/giorno) dei gruppi sesso-età specifici

Gruppo	Media	Deviazione Standard	25° percentile	50° percentile	75° percentile	95° percentile	N° giorni
F 1-6	7,1	1,2	6,4	7,0	7,5	8,3	172
M 1-6	7,6	1,3	6,9	7,3	7,9	8,6	202
F 6-10	2,19	1,4	1,0	2,7	3,9	10,6	192
M 6-10	2,2	1,4	1,4	2,7	3,9	10,1	147
F 11-18	12,8	2,7	10,0	11,9	13,5	17,4	226
M 11-18	12,8	2,8	10,3	14,0	17,1	21,3	393
F 19-40	16,8	3,1	13,8	16,0	17,8	20,7	1602
M 19-40	18,1	4,2	14,2	18,0	21,3	28,8	249
F 41-65	15,5	2,6	13,7	14,9	16,7	20,7	1263
M 41-65	16,7	3,8	13,2	16,6	18,4	23,4	1003
F > 65	12,9	2,1	10,8	13,8	14,8	17,5	631
M > 65	16,5	2,5	13,0	14,8	16,5	20,7	494

confronto dati Ferrara Taranto



I risultati, confermando l'esistenza di un'ampia variabilità di comportamento e stile di vita tra popolazioni residenti in aree diverse e tra individui residenti nella stessa città, suggeriscono quindi la necessità di acquisire informazioni specifiche sulle popolazioni residenti in differenti territori. È auspicabile che la raccolta di questo tipo di informazioni prevegga in altre città per mettere a discutere le abitudini e comportamenti e gli stili di vita della popolazione italiana nel suo complesso e per le diverse località geografiche e contesti territoriali, in tal modo sarà possibile evidenziare i fattori di rischio che favoriscono in la popolazione locale o le popolazioni specifiche al fine di definire gli misure appropriate di mitigazione dell'esposizione. Si ribadisce che questi dati, non spesso in pubblicazione degli enti locali, hanno una valenza importante e immediata nel decision making al fine di identificare le migliori strategie di riduzione del rischio e valutarene l'efficacia.

aggiornamenti normativi e orientamenti attuali

DIRETTIVA 2004/107/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 15 dicembre 2004

concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente

ALLEGATO I

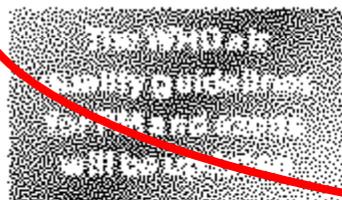
Valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nickel e il benzo(a)pirene

Inquinante	Valore obiettivo ⁽¹⁾
Arsenico	6 ng/m ³
Cadmio	5 ng/m ³
Nickel	20 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1 ng/m ³

⁽¹⁾ Per il tenore totale della frazione PM₁₀ calcolata in media su un anno di calendario.

IS THERE A NEED TO UPDATE THE WHO AIR QUALITY GUIDELINES?

In recent years, a large body of new scientific evidence has emerged that has strengthened the links between ambient PM exposure and health effects (especially cardiovascular effects), justifying reconsideration of the current WHO air quality guidelines for PM and the underlying exposure-response relationships. Since the present information shows that fine particles (commonly measured as PM_{2.5}) are strongly associated with mortality and other end-points such as hospitalization for cardiopulmonary disease, it is recommended that air quality guidelines for PM_{2.5} be further developed. Revision of the guidelines for PM₁₀ is also indicated. Additional evidence suggests that coarse particles (those between 2.5 and 10 µm) also affect health, and a separate guideline for coarse particles may be warranted. The value of black smoke and ultrafine particles as indicators of traffic-related air pollution should also be re-evaluated.



Recent epidemiological studies have strengthened the evidence that there are short-term effects of ozone on mortality and respiratory morbidity and provide further information on exposure-response relationships and effect modification. There is new epidemiological evidence on long-term ozone effects and experimental evidence on lung damage and inflammatory responses. Thus the systematic review concluded that there is sufficient evidence to reconsider the current WHO air quality guidelines.

Based on these recommendations, WHO has launched the formal process of updating its air quality guidelines. It is planned to involve experts from all WHO regions in this exercise and to publish a revised version of the guidelines in 2005.

**WHO Air quality guidelines
for particulate matter, ozone, nitrogen
dioxide and sulfur dioxide**

Global update 2005

Summary of risk assessment



**WHO Air quality guidelines
for particulate matter,
ozone, nitrogen
dioxide and sulfur dioxide**

Global update 2005

Summary of risk assessment



<i>Media annuale (lungo termine)</i>	PM₁₀ µg/m ³	PM_{2,5} µg/m ³	note:
Obiettivo 1	70	35	valore associato all'incremento del rischio di mortalità relativa del 15% rispetto alla AQG;
Obiettivo 2	50	25	in aggiunta agli altri benefici sulla salute, questo valore riduce il rischio di mortalità approssimativamente del 6% rispetto al valore dell'obiettivo 1;
Obiettivo 3	30	15	in aggiunta agli altri benefici sulla salute, questo valore riduce il rischio di mortalità approssimativamente del 6% rispetto al valore dell'obiettivo 2;
AQG	20	10	livello più basso di incremento della mortalità, per cause polmonari e per cancro al polmone, per esposizione a lungo termine a PM _{2,5} .

<i>Media 24 ore (breve termine)</i>	PM₁₀ µg/m³	PM_{2,5} µg/m³	note:
Obiettivo 1	150	75	incremento del rischio di mortalità a breve termine di circa il 5% al di sopra della AQG;
Obiettivo 2	100	50	incremento del rischio di mortalità a breve termine di circa il 2,5% al di sopra della AQG;
Obiettivo 3	75	37,5	incremento del rischio di mortalità a breve termine di circa il 1,2% al di sopra della AQG;
AQG	50	25	valore basato sulla relazione tra i livelli di concentrazione di PM annuali e giornalieri.

oltre che per il materiale particolare la WHO ha aggiornato le AQG per:

Ozone

Guideline

O_3 : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8-hour mean

Nitrogen dioxide

Guidelines

NO_2 : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ annual mean
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1-hour mean

Sulfur dioxide

Guidelines

SO_2 : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24-hour mean
500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10-minute mean

considerazioni

L'attenzione della comunità scientifica si sta indirizzando sempre più sulle frazioni granulometriche ultrafini e sulle singole componenti del PM, questo sia per individuare il peso delle varie sorgenti, sia per valutare possibili scenari di esposizione e probabilità di incidenza su patologie a lungo termine.

Risultanze di ricerche, quali quelle ottenute con il progetto Pathos, consentono di fornire una importante base di dati (qualità, quantità, distribuzione spaziale e temporale, ecc.) per successive ricerche sugli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico da particelle fini e ultrafini e sulle sorgenti.

Purtroppo i dati che attualmente si rilevano sul territorio nazionale, ed in particolare nelle aree urbane, pongono seri dubbi sulla possibilità di raggiungere nel breve/medio termine dei valori indicati dalla OMS.

La produzione di data-base contribuirà, inoltre, a:

- definire le classi dimensionali a maggiore impatto sanitario;
- stimare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulle malattie respiratorie croniche;
- identificare gruppi di popolazione particolarmente suscettibili al PM;
- valutare il complesso di fattori di vulnerabilità (età, genere, stato sociale, malattie preesistenti);
- valutare sinergie tra inquinanti e altri fattori (es. temperatura) per interventi di protezione della popolazione più vulnerabile.