

L'inquinamento atmosferico



Dr.ssa Francesca Predicatori
Dipartimento ARPAV di Verona



LA TROPOSFERA

Componenti minoritari

acqua	H ₂ O	0-4 %
Biossido di carbonio	CO ₂	325 ppm
neon	Ne	18 ppm
helium	He	5 ppm
Metano	CH ₄	2 ppm
Krypton	Kr	1 ppm
Idrogeno	H ₂	0.5 ppm
protossido di azoto	N ₂ O	0.3 ppm
Monossido di carbonio	CO	0.05-0.2 ppm
Ozono	O ₃	0.02 - 10 ppm
xenon	Xe	0.08 ppm

Componenti maggioritari

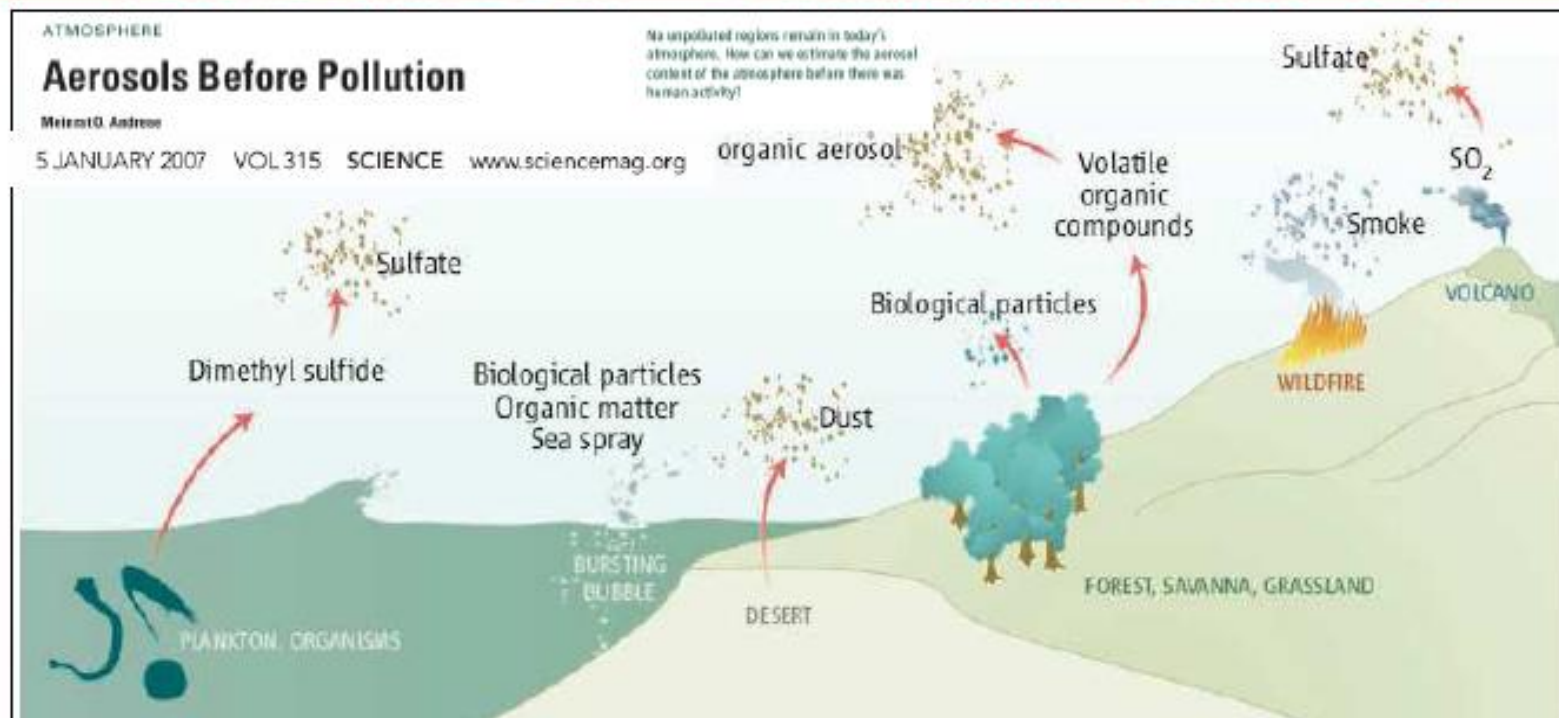
azoto	N ₂	78.08 %
ossigeno	O ₂	20.95 %
argon	Ar	0.93 %

Tracce

ammoniaca	NH ₃	4 ppb
Ossidi di azoto	NO	1 ppb
Biossido di zolfo	SO ₂	1 ppb
Acido solforico	H ₂ S	0.05 ppb



LA TERRA E' UN SISTEMA INTRINSECAMENTE DINAMICO (CICLI BIOGEOCHIMICI)

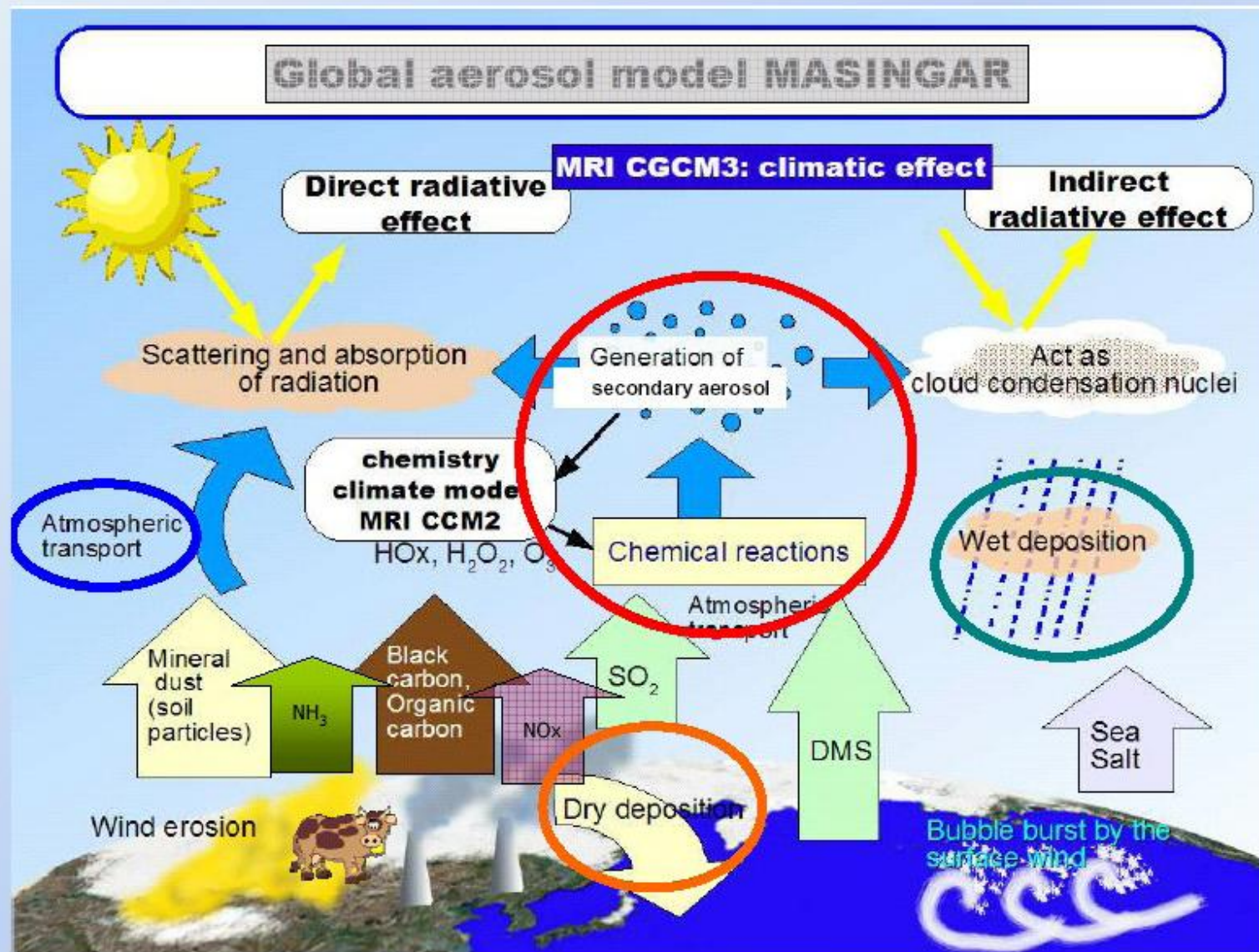


SORGENTI NATURALI DI AEROSOL

L'atmosfera è un sistema fortemente eterogeneo **CHIMICAMENTE REATTIVO**



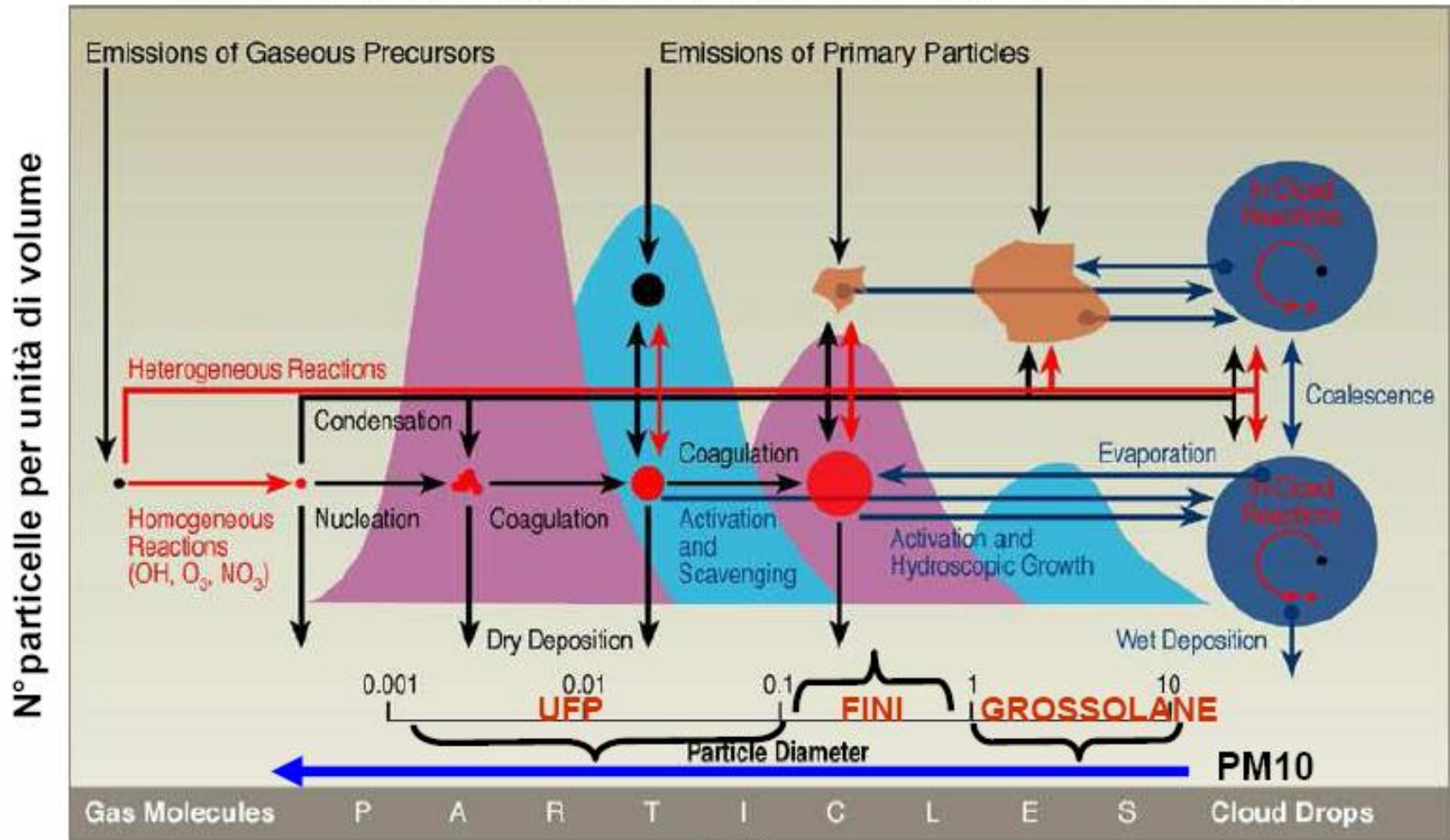
Aerosol naturali + artificiali = aumento complessità



Formazione del PM10

I PROCESSI DI FORMAZIONE DELL'AEROSOL DETERMINANO DIMENSIONI E COMPOSIZIONE DELLE PARTICELLE NATURALI ED ANTROPOGENICHE

hanno dimensioni variabili tra i nanometri e le decine di micron



AEROSOL = CARRIER CHIMICO IN CONTINUO DIVENIRE

Particelle
grossolane
 $>1 \mu\text{m}$

MATERIALI
CROSTALI (SILICATI)

SALE MARINO

POLLINI, SPORE,
FUNGHI, BATTERI,

RESIDUI VEGETALI
ED ANIMALI

In città: residui di
ASFALTO,
PNEUMATICI, FRENI,
MARMITTE
CATALITICHE. ecc.

Particelle fini $<1 \mu\text{m}$ ed **ultrafini** ($< 0.1 \mu\text{m}$)

SOLFATI, NITRATI,
AMMONIO

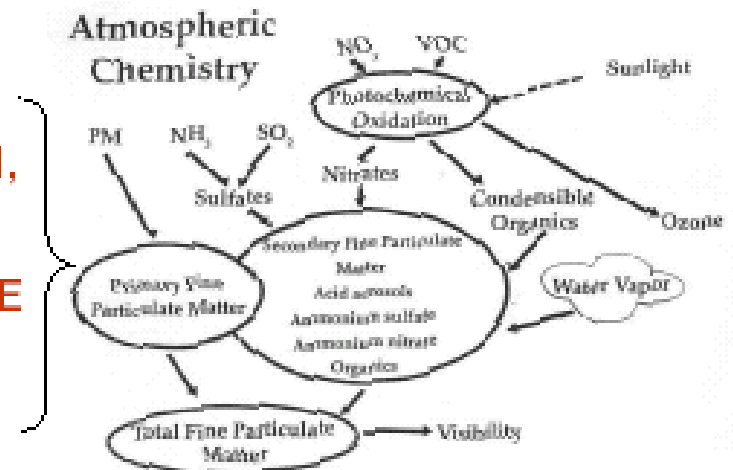
SOST. ORGANICHE

IONI

C elementare

ELEMENTI IN TRACCIA

RADIONUCLIDI



MORFOLOGIA DELLE PARTICELLE particelle miscelate internamente



Busnek et Posfaj, 1999

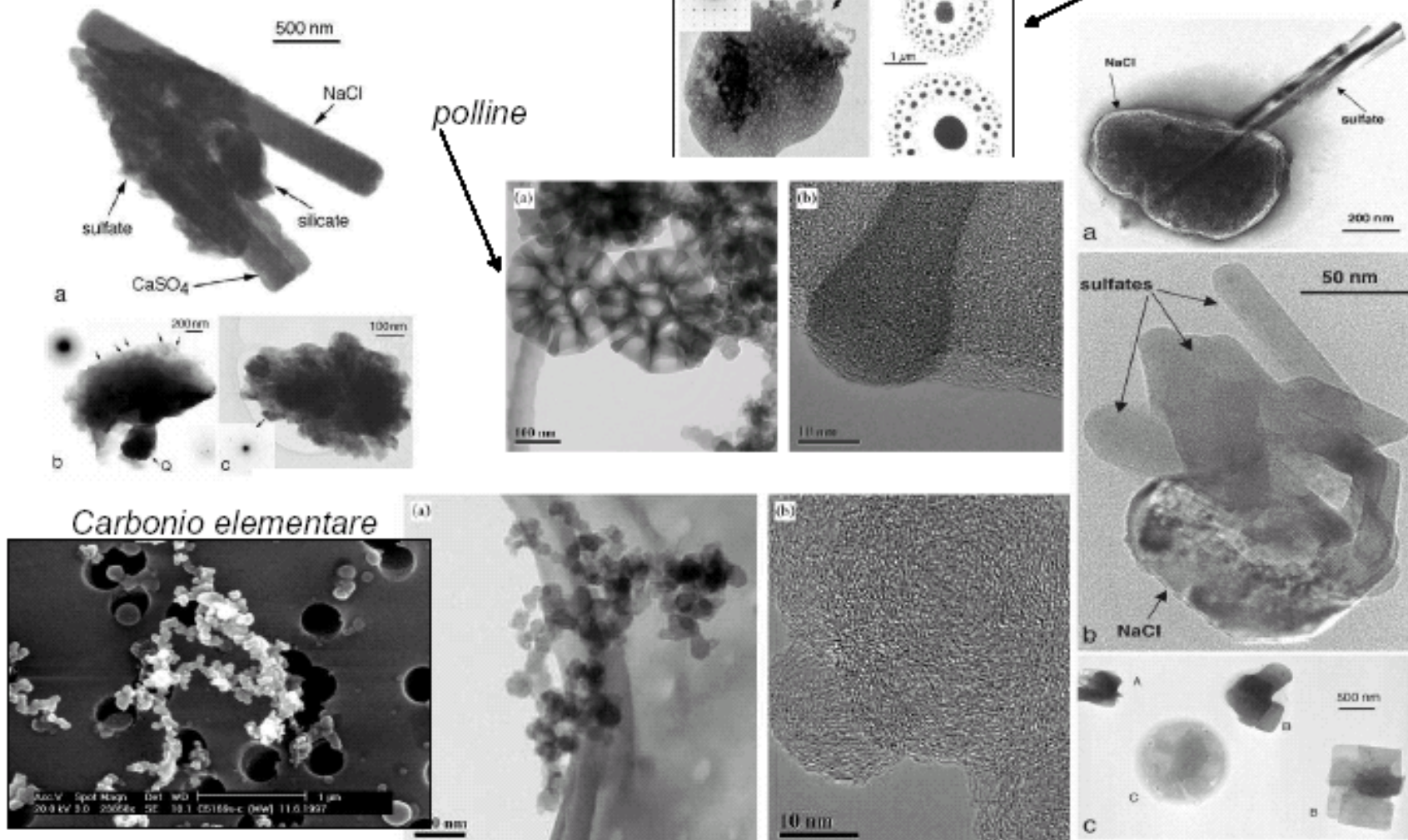
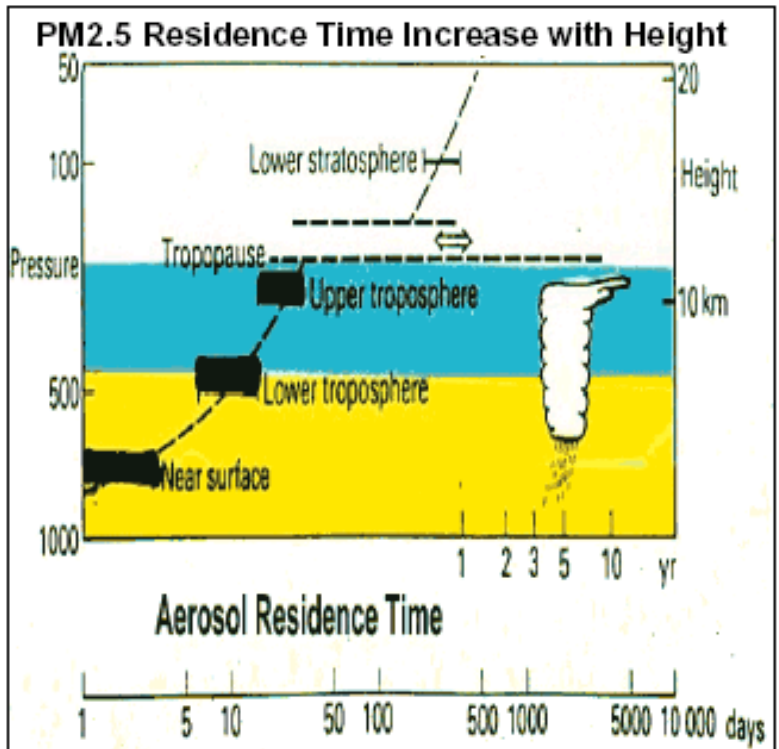
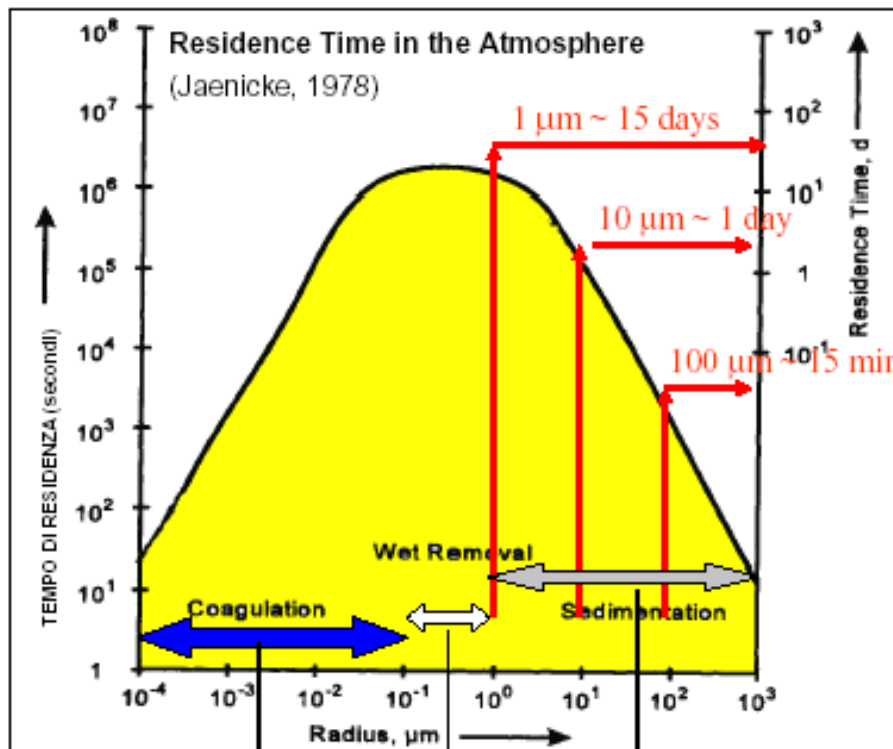


Fig. 2. (a) TEM image of an ultrafine soot aggregate showing branching structures. (b) HRTEM image of the soot primary particles in (a) showing concentrically stacked graphitic layers.

confidenziale

TEMPO DI RESIDENZA DELLE PARTICELLE IN ATMOSFERA



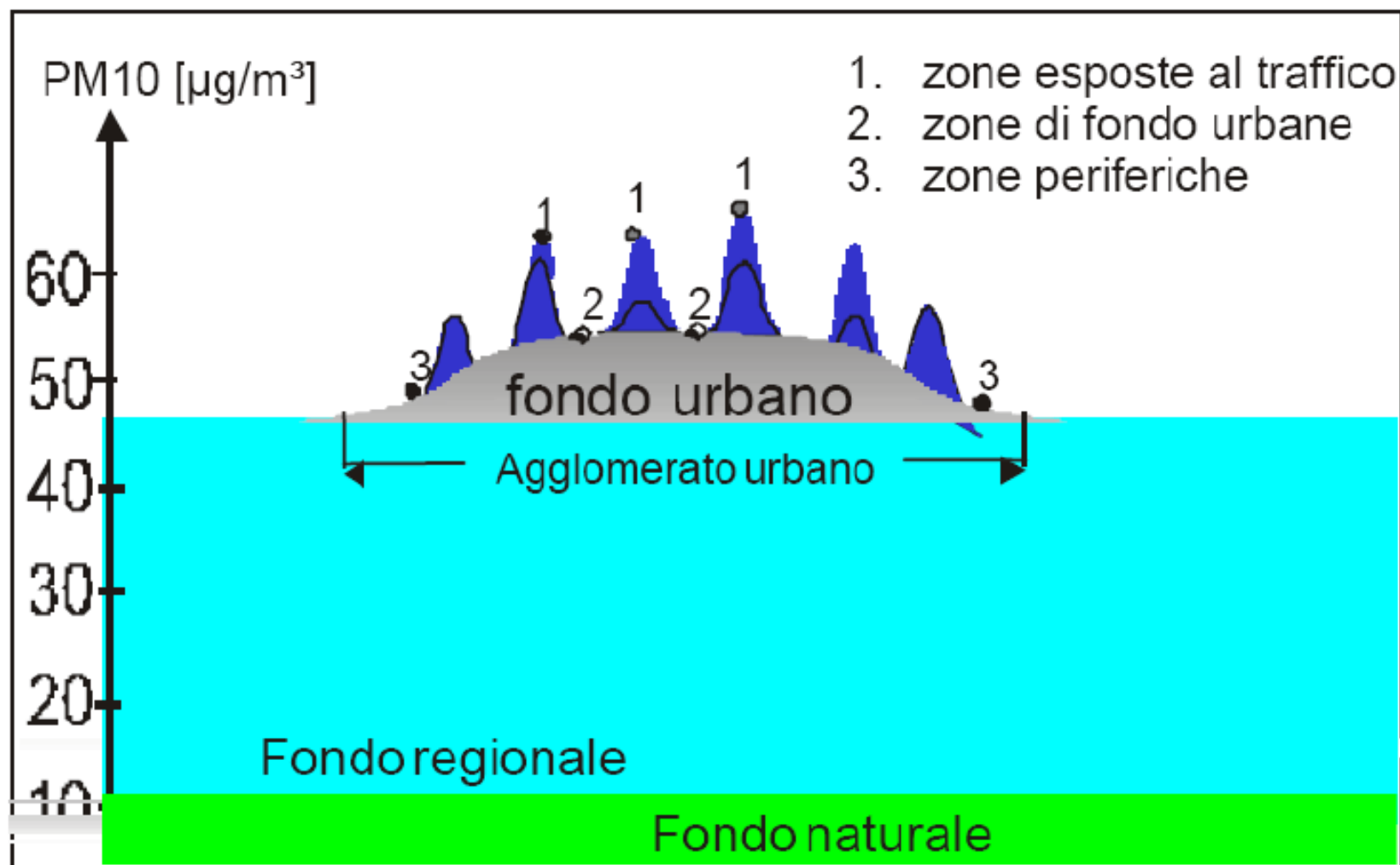
UFP FINI GROSSOLANE

SOPRAVVIVENZA
LIMITATISSIMA!!!!!!

- ALL'INTERNO DEL PBL (1-2 km DAL SUOLO) HANNO TEMPO DI RESIDENZA DI 3-5 GIORNI.
- QUANDO VENGONO TRASFERITE A 3-10 km DI ALTEZZA VENGONO TRASPORTATE PER SETTIMANE A MIGLIAIA DI km DI DISTANZA



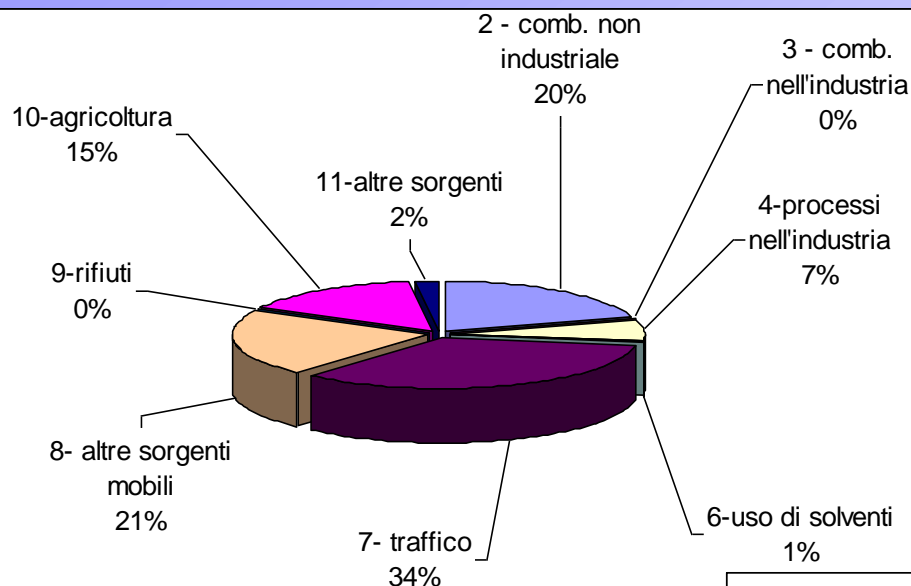
Distribuzione a macroscala del PM10



Qual'è il ruolo delle diverse fonti di pressione?



Fonti di inquinamento PM₁₀



Villafranca

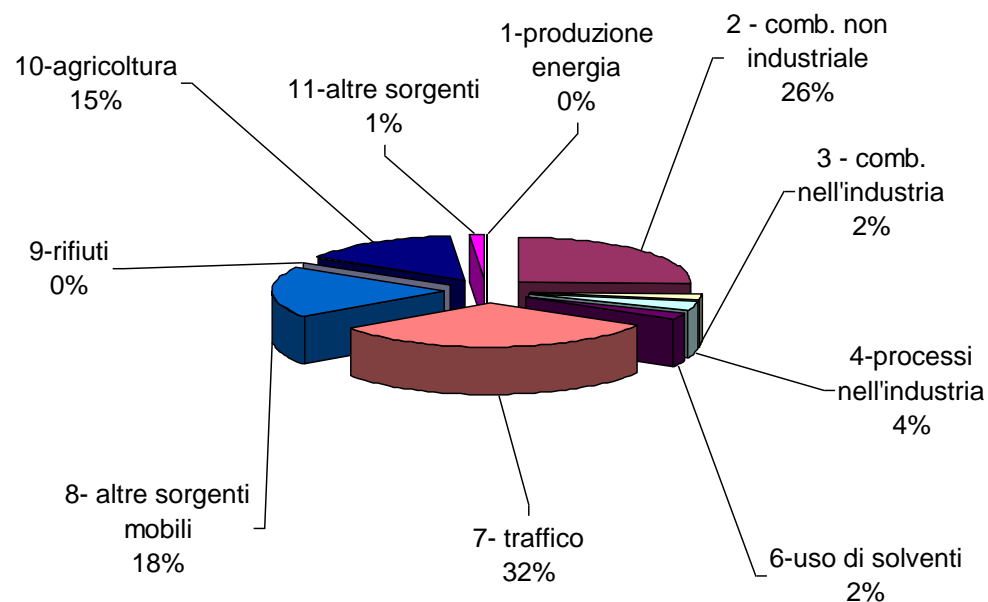


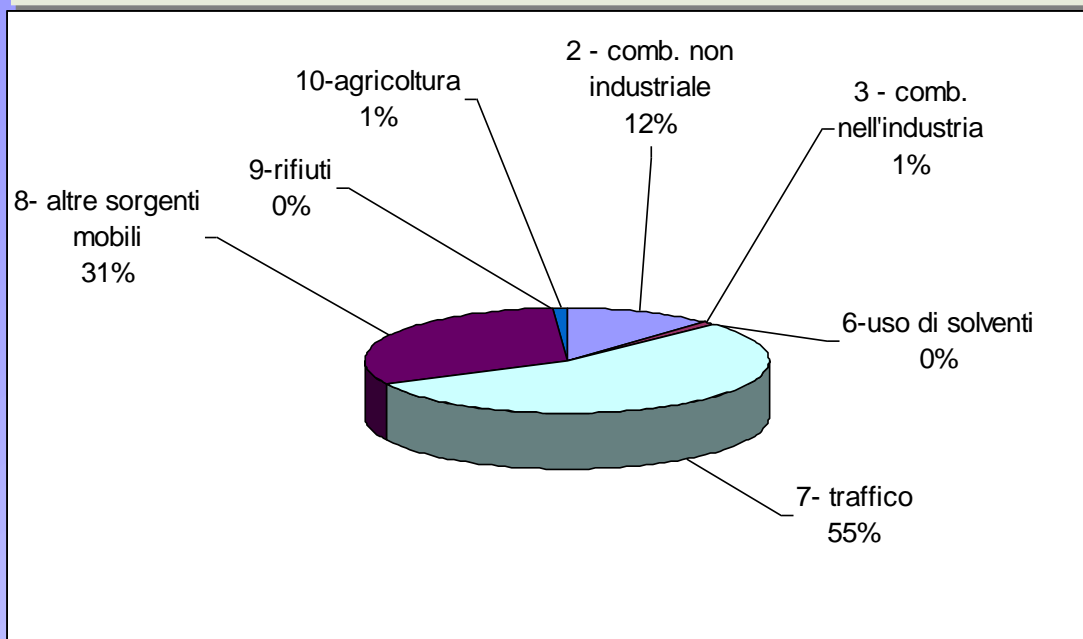
46 t/a

Provincia



2121 t/a





Fonti di inquinamento NO₂

Villafranca

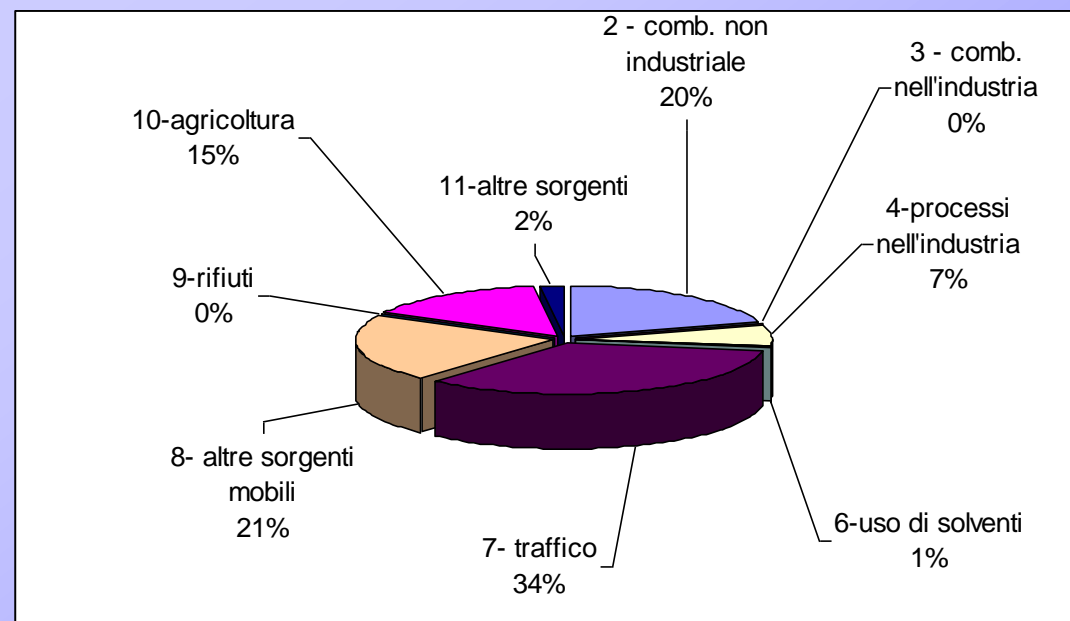


443 t/a

Provincia



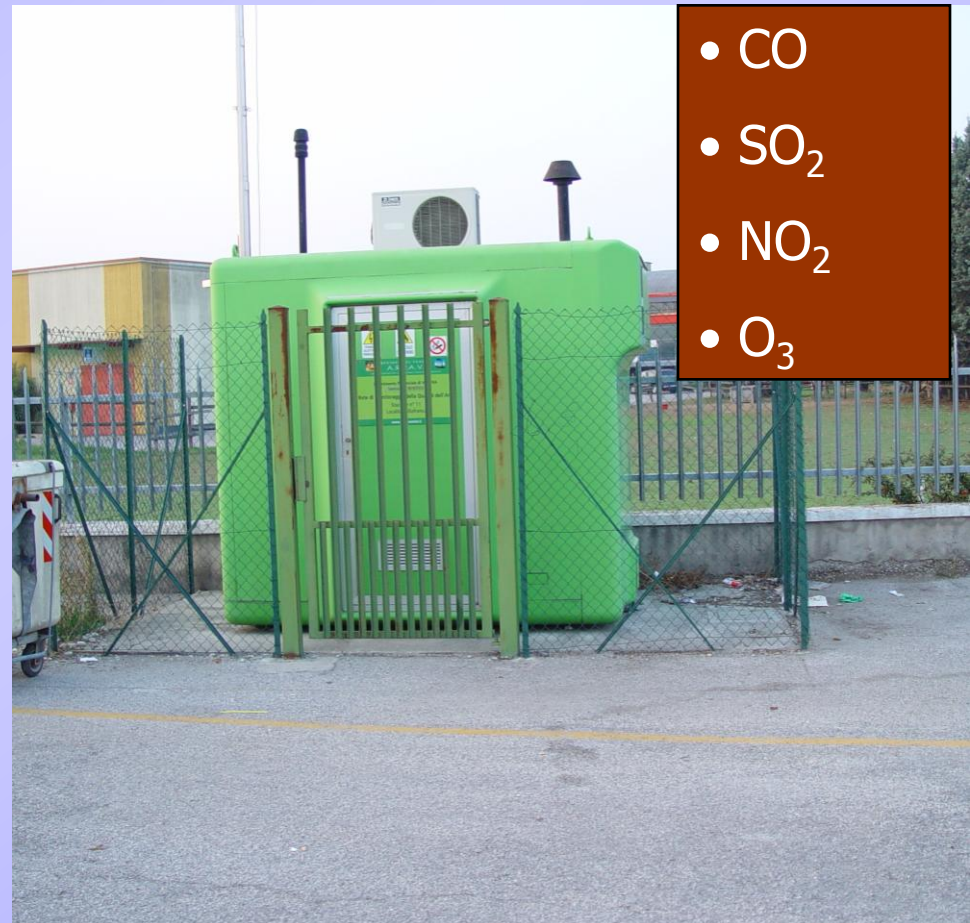
18436 t/a



Gli inquinanti monitorati



- PM10
- PM2.5
- benzene
- IPA
- metalli
- Pb



- CO
- SO₂
- NO₂
- O₃





normativa

Tabella 1: Soglie di informazione e di allarme.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³
NO₂	Soglia di allarme	400 µg/m ³
O₃	Soglia di informazione - Media 1 h	180 µg/m ³
O₃	Soglia di allarme - Media 1 h	240 µg/m ³

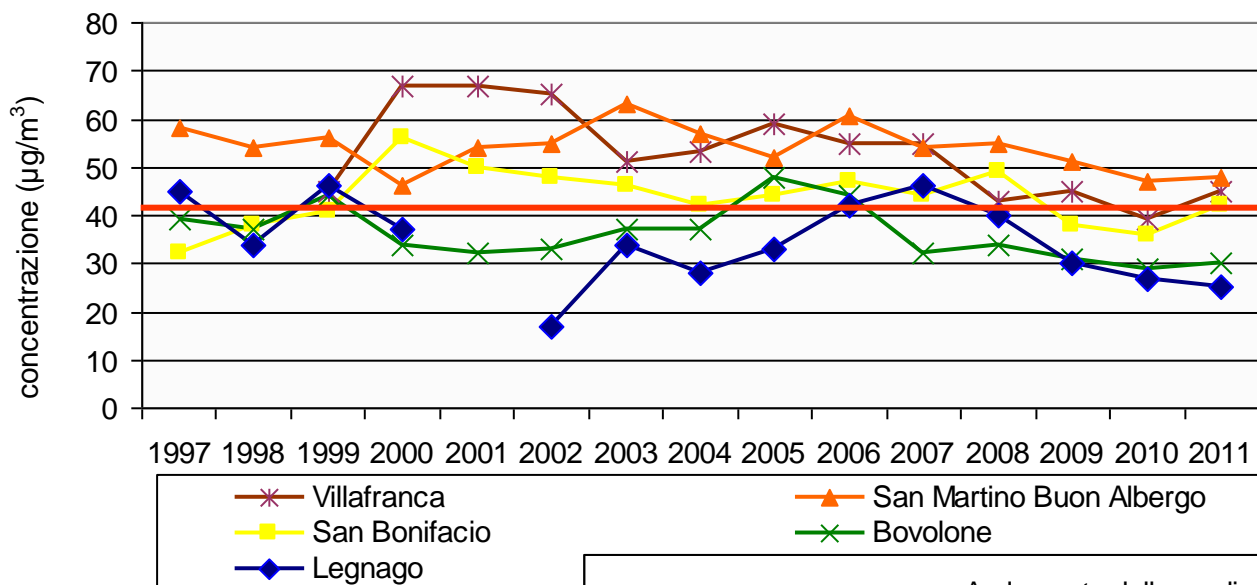
Tabella 2: Valori limite.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³
SO₂	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³
NO₂	Da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
NO₂	Anno civile	40 µg/m ³
CO	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore.	10 mg/m ³
PM₁₀	Valore limite annuale - Anno civile	40 µg/m ³
PM₁₀	Da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
Benzene	Valore limite annuale – anno civile	5 µg/m ³
Piombo	Valore limite annuale – anno civile	0.5 µg/m ³



.....e a Verona ?

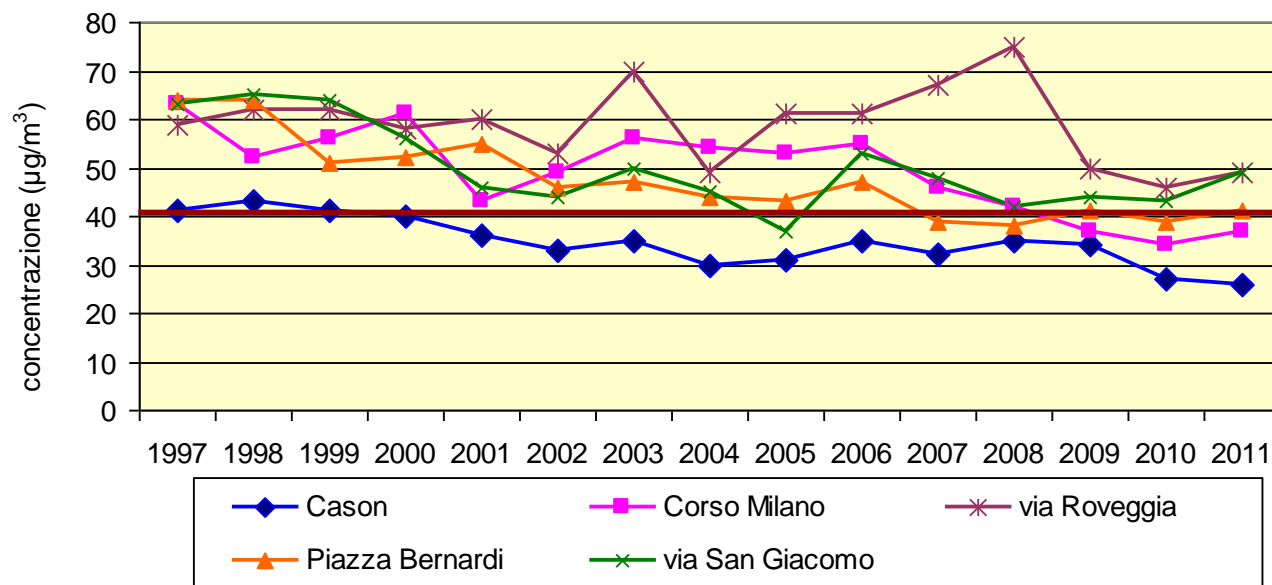
Andamento della media delle concentrazioni orarie



NO₂

a Verona e provincia

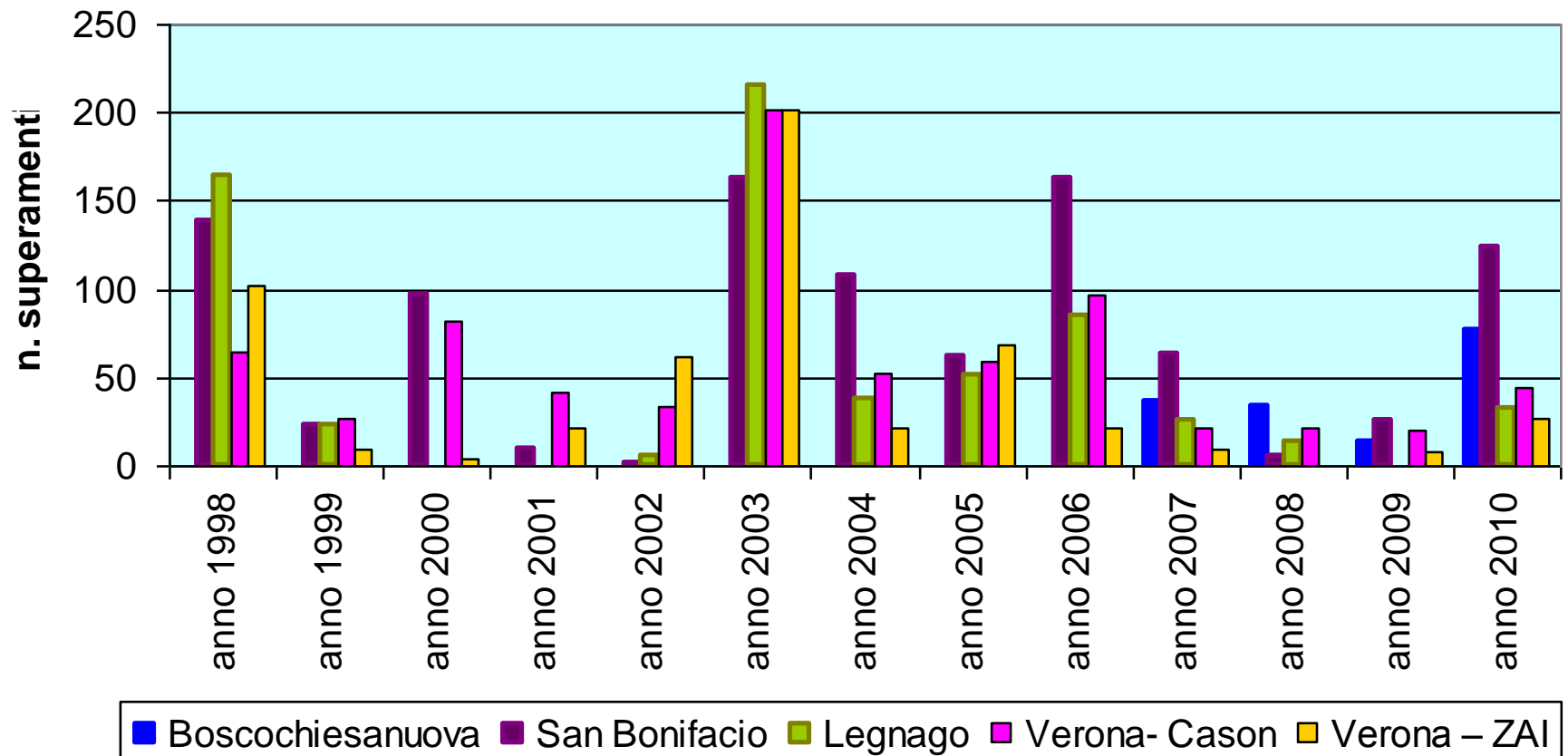
Andamento della media delle concentrazioni orarie



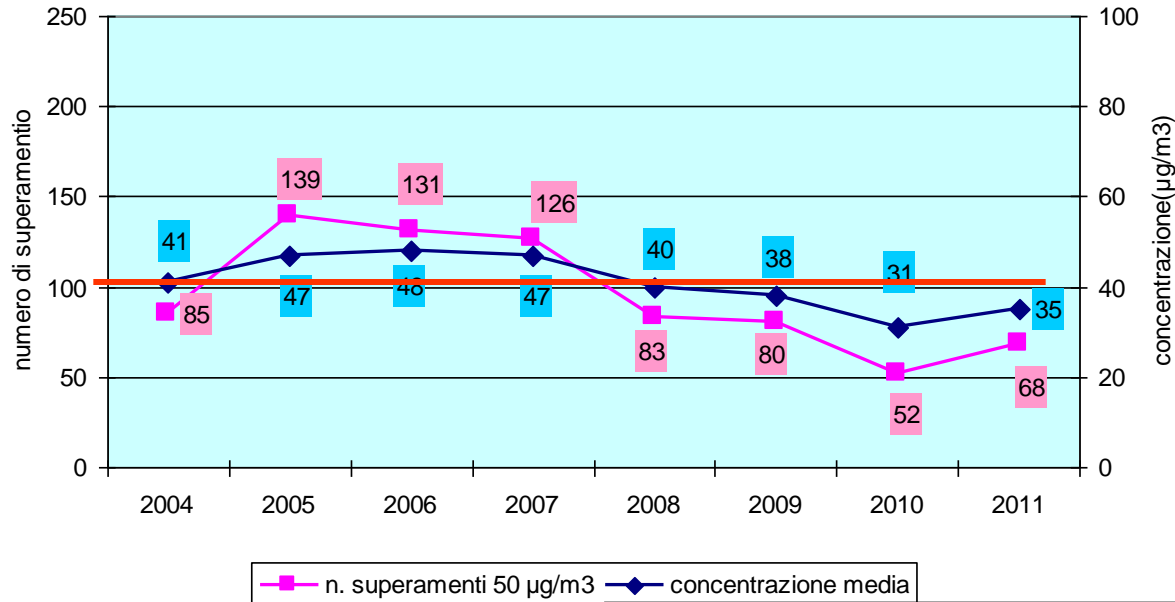


ozono

numero superamenti del livello di informazione



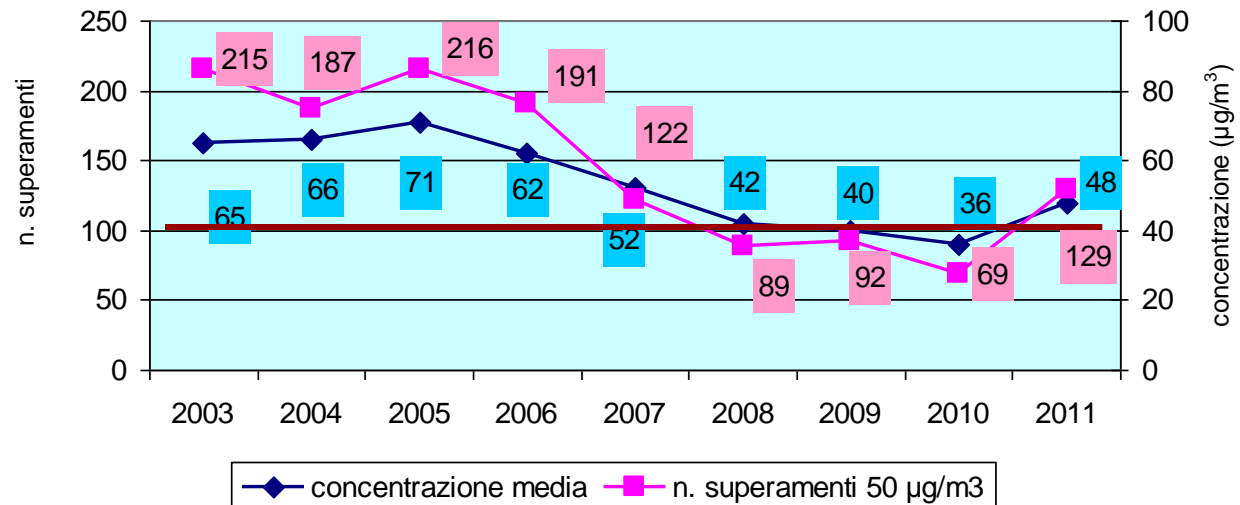
numero di superamenti del limite giornaliero e concentrazione media annua di PM₁₀ - stazione di Cason



PM₁₀

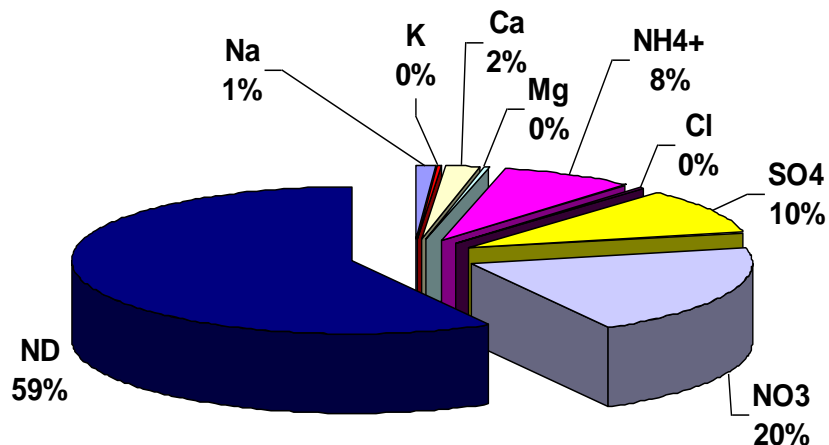
a Verona

numero di superamenti del limite giornaliero e concentrazione media annua di PM₁₀ - stazione di Borgo Milano



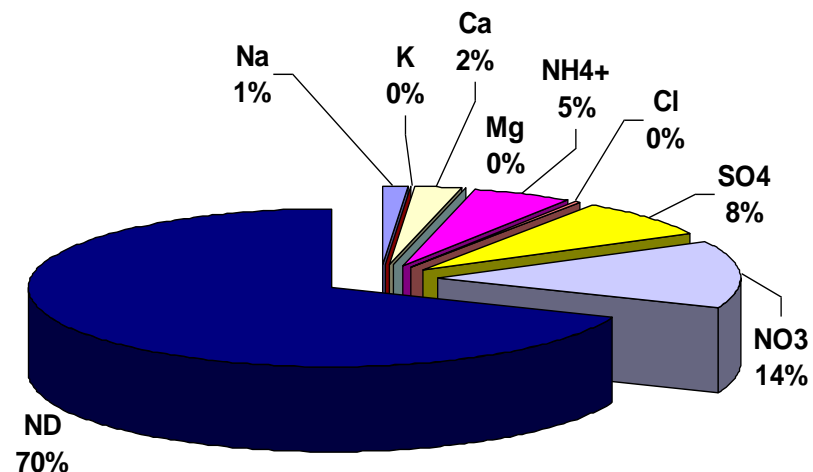
Caratterizzazione chimica del PM₁₀

Analisi ionica del PM₁₀ a Cason nel 2005



anioni e cationi inorganici solubili in acqua con l'utilizzo della cromatografia ionica

Analisi ionica del PM₁₀ a C.so Milano nel 2005

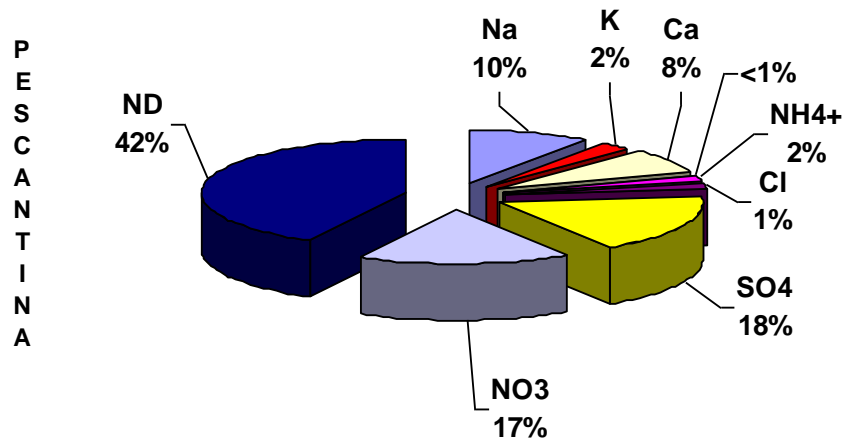


Differenze nella composizione anche in siti vicini

Non esaurisce la complessità del PM₁₀!

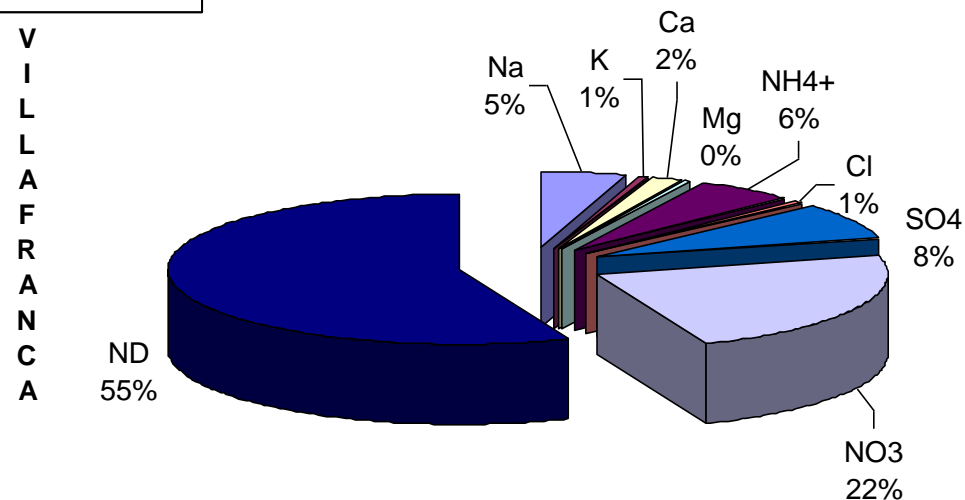
Caratterizzazione chimica del PM₁₀

25 maggio - 8 giugno 2005



anioni e cationi inorganici solubili in acqua con l'utilizzo della cromatografia ionica

Dal 28 Aprile al 12 Maggio 2005



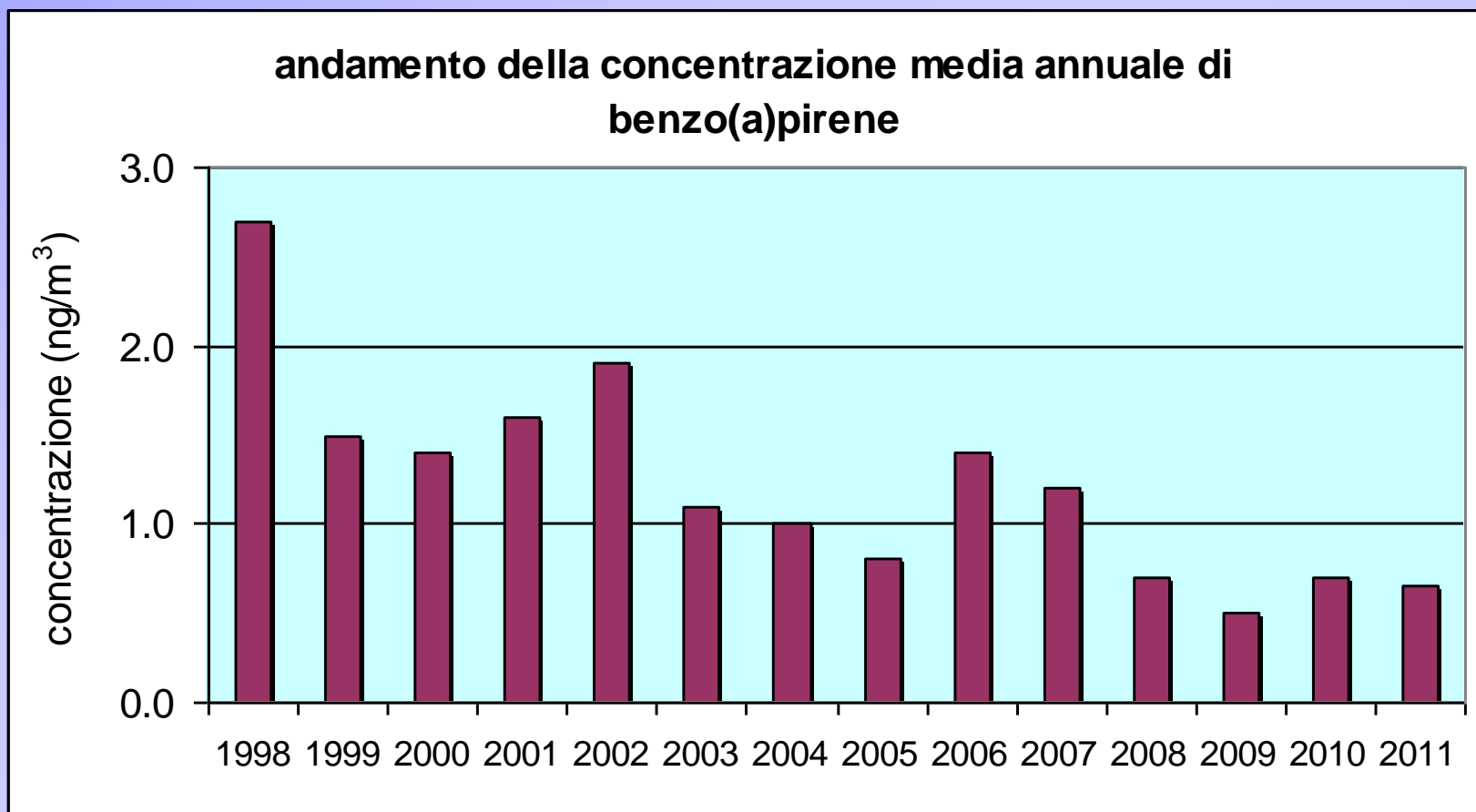
Compare il calcio

Aumento nitrati



Idrocarburi Policiclici Aromatici

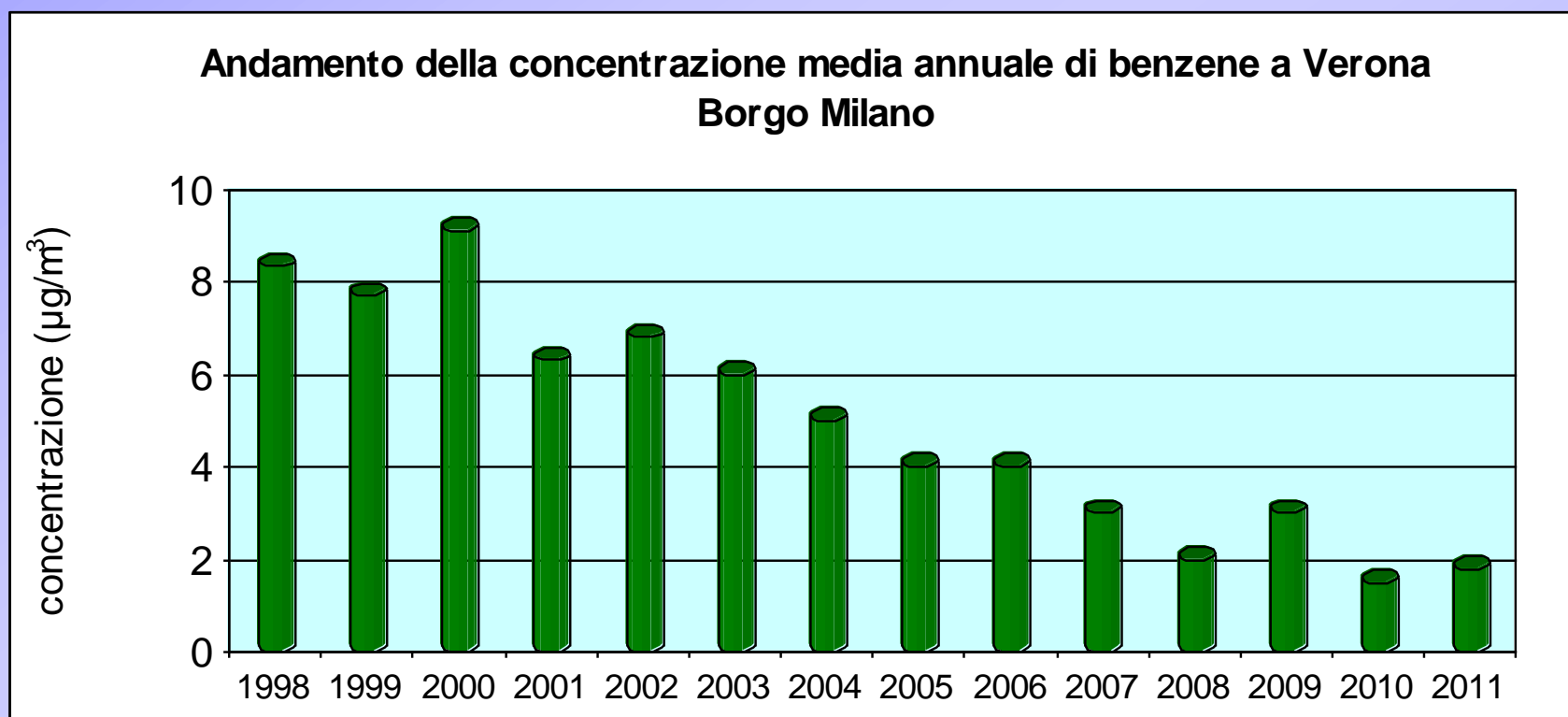
Stazione di Borgo Milano





Benzene

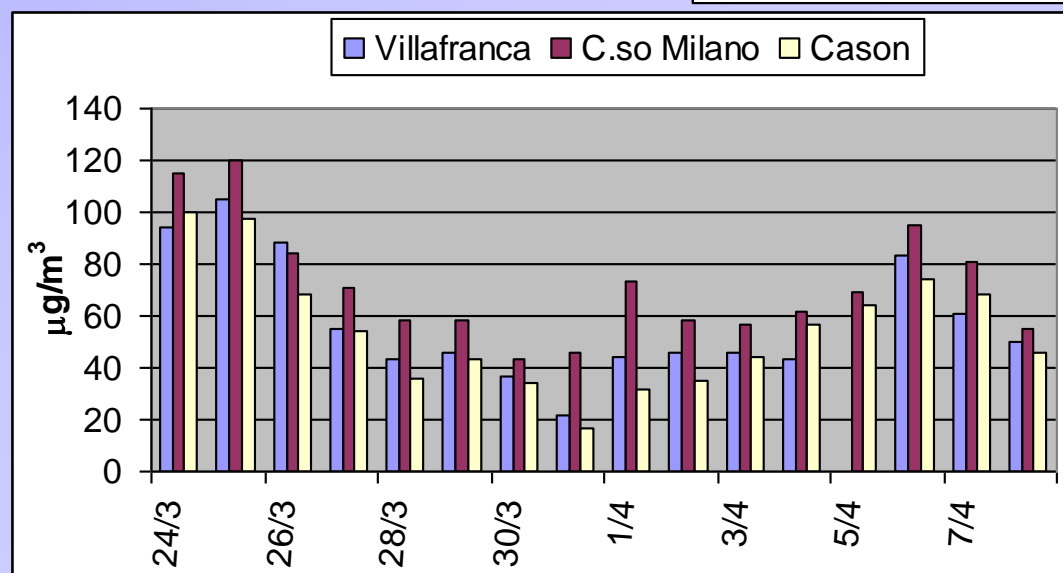
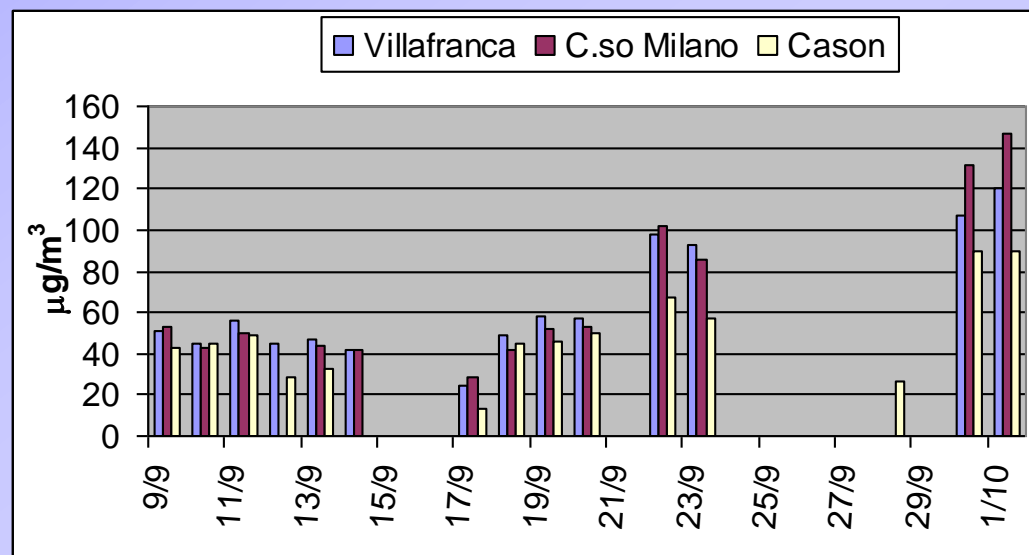
Stazione di Borgo Milano





PM₁₀ Villafranca 2004 - 2005

Campagna di misura estiva 2004

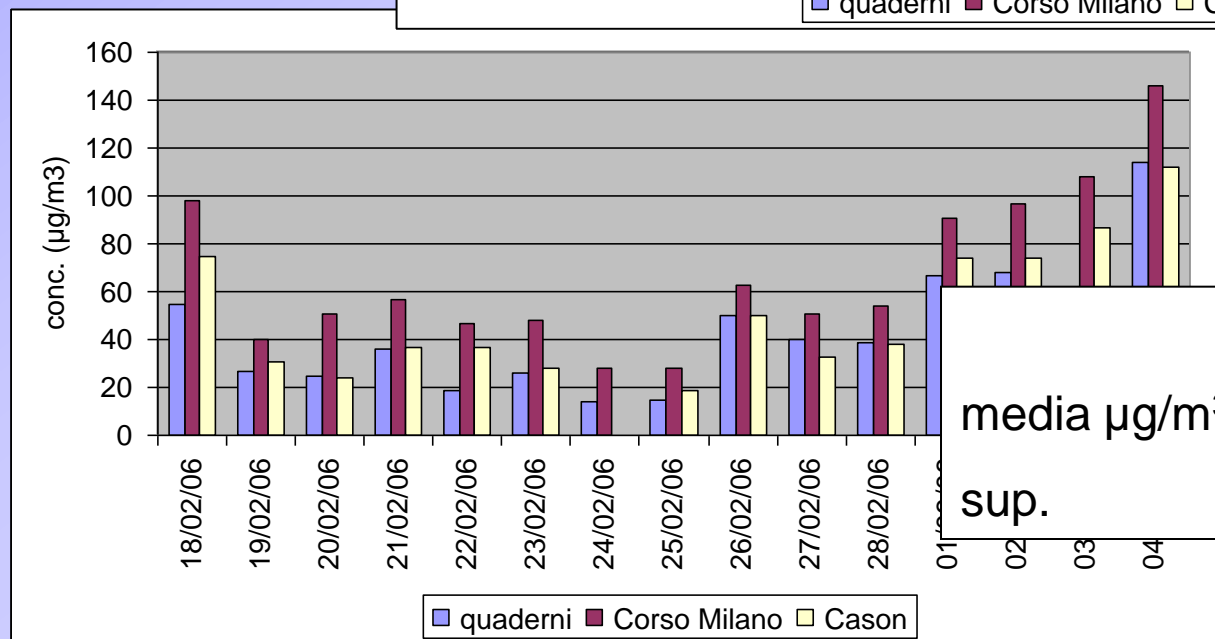
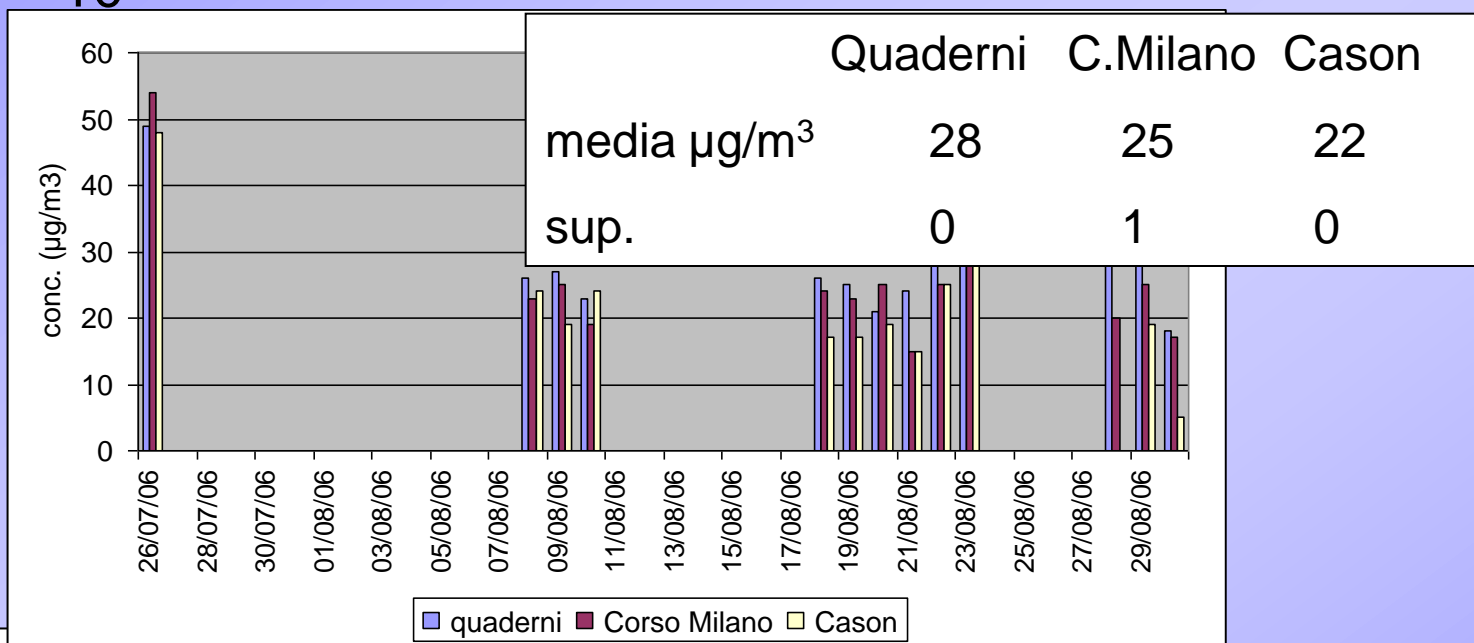


Campagna invernale 2005



PM₁₀ Quaderni 2006

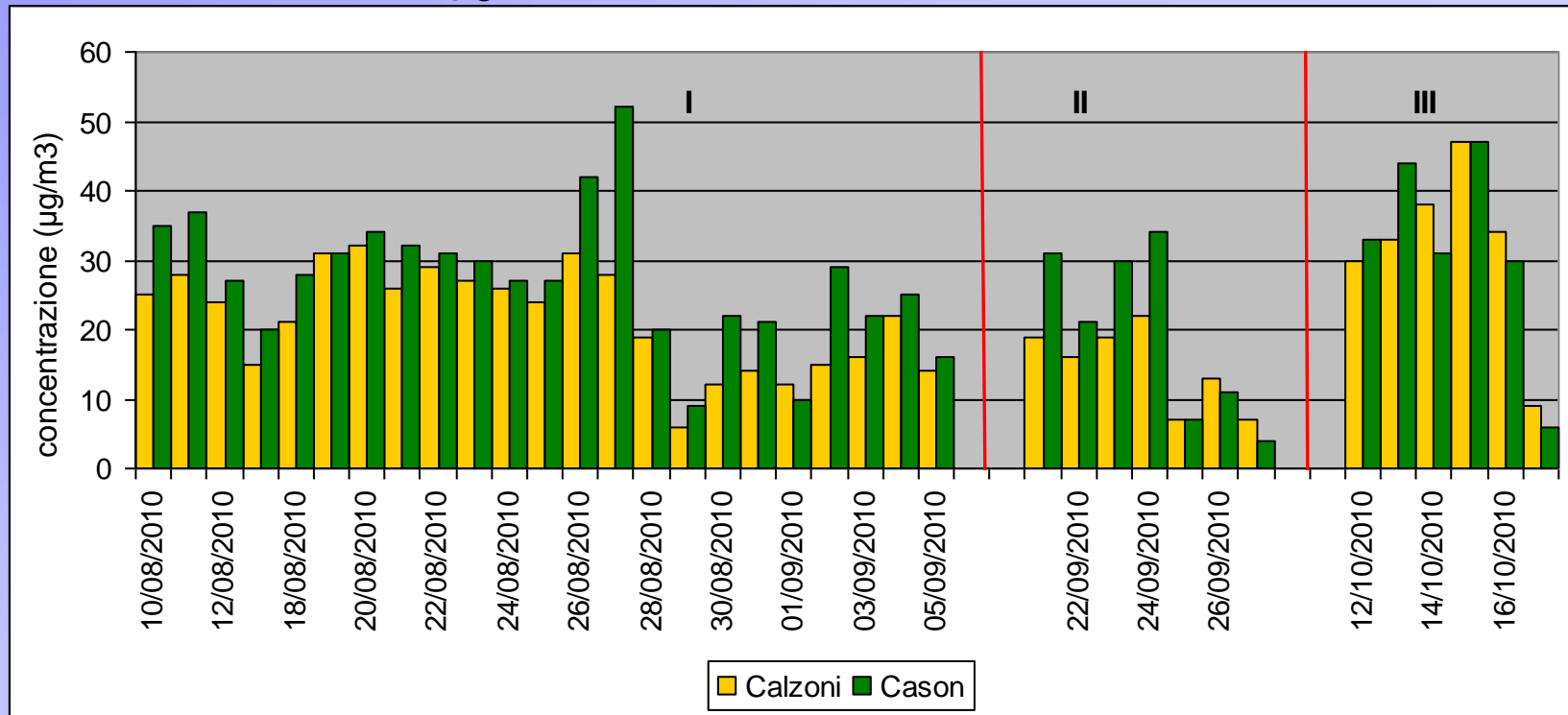
Campagna estiva 2006



Campagna invernale 2006



PM₁₀ Calzoni 2010



µg/m ³	Calzoni	C.Milano	Cason
Media I	22	19	25
Media II	15	18	19
Media III	32	23	30

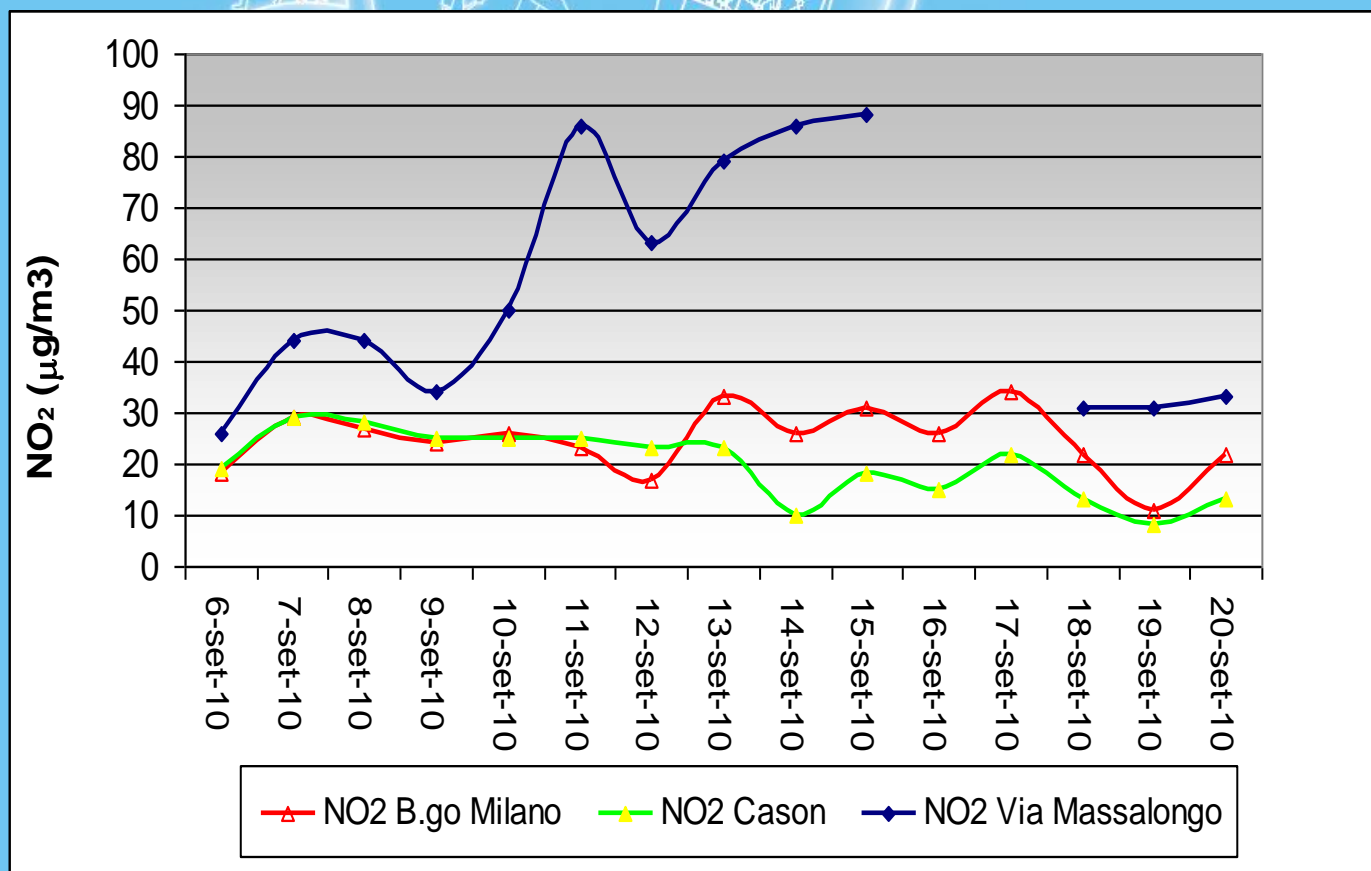
Grazie per l'attenzione!





scuola superiore

Anno 2010

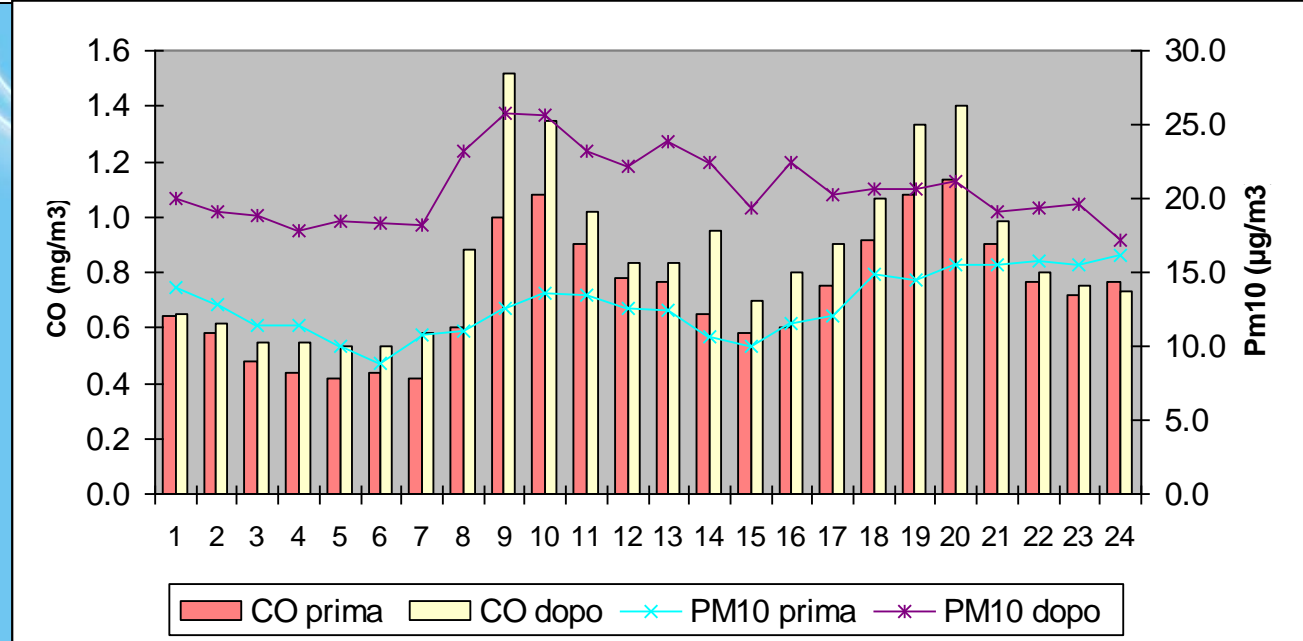
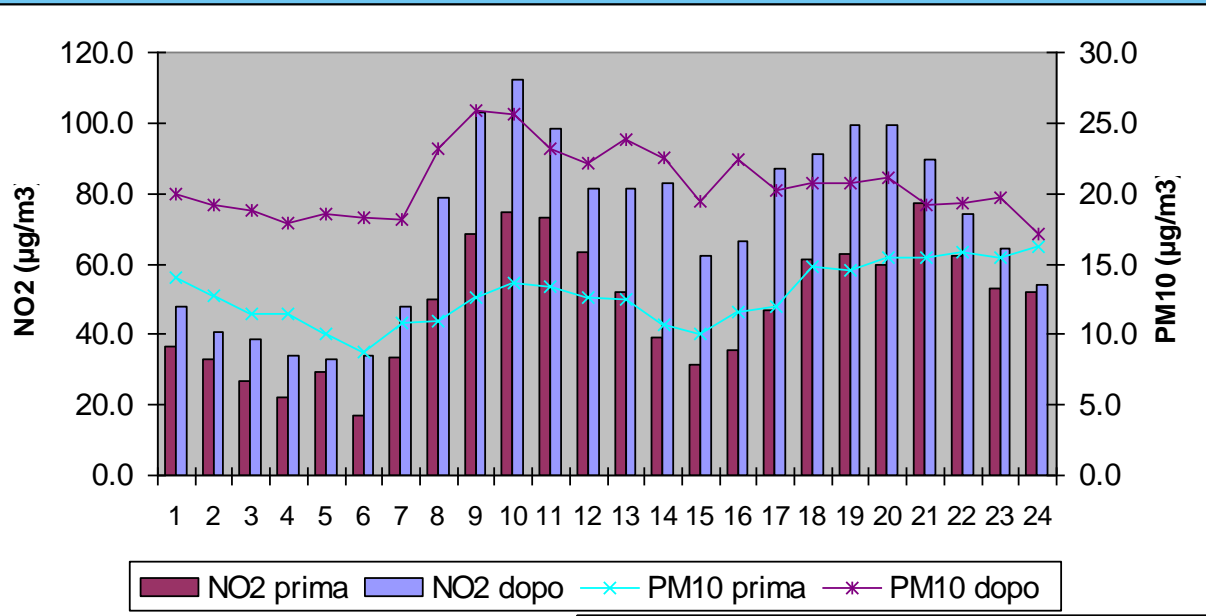




scuola superiore

Anno 2010

Confronto giorno
tipo delle
concentrazioni di
inquinanti prima e
dopo l'apertura
della scuola





Emissioni di un motociclo /ciclomotore

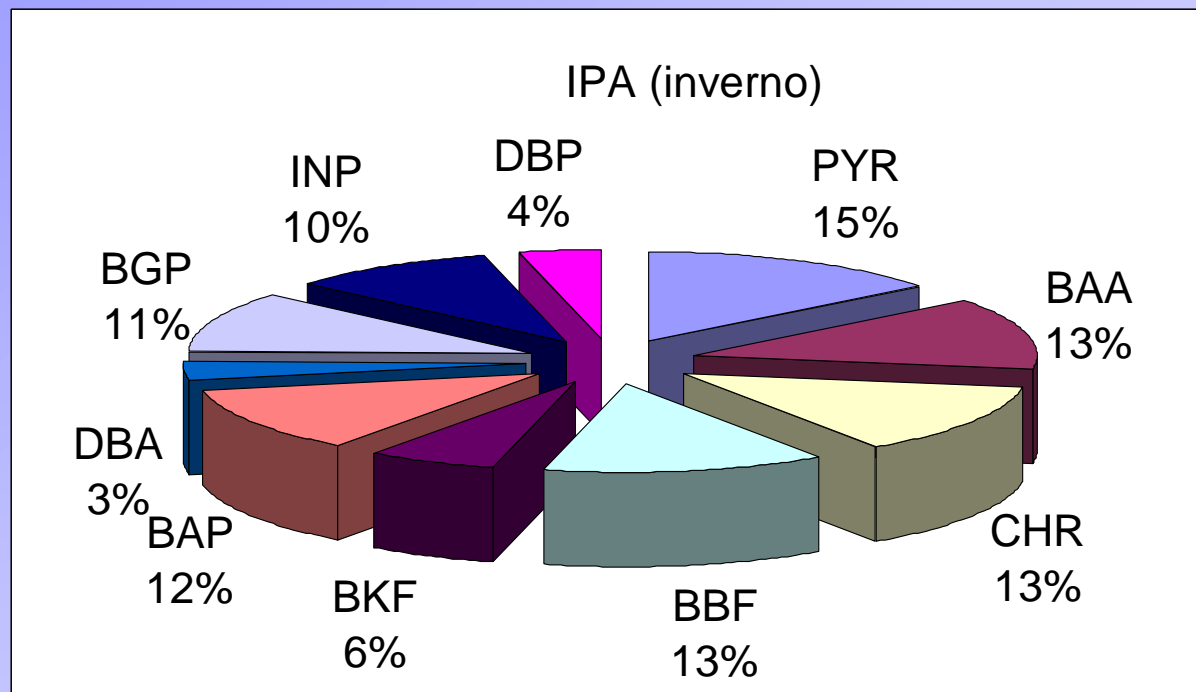
Motocicli	CO (mg/Km)	HC (mg/Km)	NOx (mg/Km)
scooter A - Ciclo UDC3	3.77	0.94	0.25
Limiti Euro 3 per motocicli < 150 cm³	0.2	0.8	0.15
scooter B - Ciclo UDC + EUDC9	9.59	0.26	0.03
Limiti Euro 3 per motocicli > 150 cm³	0.2	0.3	0.15

Fonte: Istituto Motori CNR – Napoli

Autovetture	CO (mg/Km)	NOx (mg/Km)
Diesel euro 3 (UDC- EUDC)	0.72-0.01 (0.64)	0.54 - 0.3 (0.50)
Benzina euro 4 (UDC -EUDC)	0.02-0.08 (1.0)	0.07 - 0.01 (0.08)

(dati progetto PUMI- Stazione sperimentale combustibili)

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) – Corso Milano



Rapporto inverno/estate >10.

Il rapporto fra la concentrazione di indeno(cd)pirene e di indeno(cd)pirene+benzo(ghi)terilene, nel periodo invernale, è superiore a 0.3 probabile prevalenza delle emissioni diesel su quelle a benzina

PI	BaA	CR	BbFa	BkFa	BaP	DbahA	BghiP	IcdP	DbaeP	IcdP/ (IcdP+BghiP)	BaP/ (BaP+CR)	IPA TOT
INVERNO												
2.0	1.8	1.8	1.8	0.8	1.6	0.5	1.5	1.3	0.5	0.5	0.5	13.7
ESTATE												
0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	1.4