



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

# Impatto del particolato atmosferico sui beni di interesse storico – artistico esposti all'aperto

P. Bonanni; Roberto Daffinà, Raffaella Gaddi, Valerio Silli



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico

Firenze 10-13 Settembre 2006

Lo studio si colloca all'interno delle attività dell'APAT che riguardano la determinazione di soglie di tolleranza (carichi critici) per vari elementi recettori nei confronti dei principali inquinanti atmosferici al fine di pianificare le quote di riduzione di emissione di sostanze inquinanti

I risultati presentati sono il frutto della collaborazione tra APAT e ICR finalizzata allo studio degli effetti degli inquinanti e dei fattori ambientali sui beni di interesse storico - artistico esposti all'aperto.



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

Il progetto di ricerca elaborato dall'APAT e dall'ICR è stato finalizzato a catalizzare l'attenzione sul fenomeno ed a riunire le competenze nazionali sull'argomento, individuando contemporaneamente, sulla base delle conoscenze disponibili, una metodologia mirata alla quantificazione del danno causato dall'inquinamento atmosferico sui beni culturali italiani.



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

## Il Progetto

I° fase (2001-2002): **Valutazione del fenomeno nel suo insieme**



- Indice di erosione
- Indice di annerimento
- *Mancanza indice contaminazione biologica*
- *Mancanza indice di stress fisico*



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

## II° fase (2003-2005)

### Valutazione sperimentale del danno finalizzata a:

- ✓ Mettere a punto e verificare funzioni di danno relative al fenomeno dell'annerimento, da utilizzare per il calcolo delle concentrazioni massime accettabili di polvere sospesa
- ✓ Elaborare un nuovo indicatore che tenga conto dell'effetto degli agenti "biologici" sul monumento



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

## La Sperimentazione

### 1. I Siti

Roma:

Istituto Superiore della Sanità



Milano:  
Pinacoteca di Brera





APAT

PM2006

## Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico Firenze 10-13 Settembre 2006

### 2. I Campioni

In ciascuno dei due siti, sono stati esposti campioni di marmo di Carrara, di dimensioni  $5 \times 5 \times 2$  cm e di forme differenti e posizionati su espositori con inclinazione di  $45^\circ$ , orientati a nord- nordovest.





APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico

Firenze 10-13 Settembre 2006

### 3. Percorso metodologico

- valutazione ottica – colorimetrica dell'andamento dello 'sporciamento' superficiale
- misura di temperature superficiali
- misura di temperature e umidità relativa dell'aria
- analisi in cromatografia ionica (C.I.) per la determinazione dei sali solubili e composti insolubili provenienti sia dall'inquinamento atmosferico che dall'aerosol marino
- analisi spettrofotometrica all'infrarosso per la caratterizzazione del particolato depositato (FTIR)
- dosaggio dell'adenosintrifosfato (ATP)
- analisi colturali per la ricerca della microflora eterotrofa

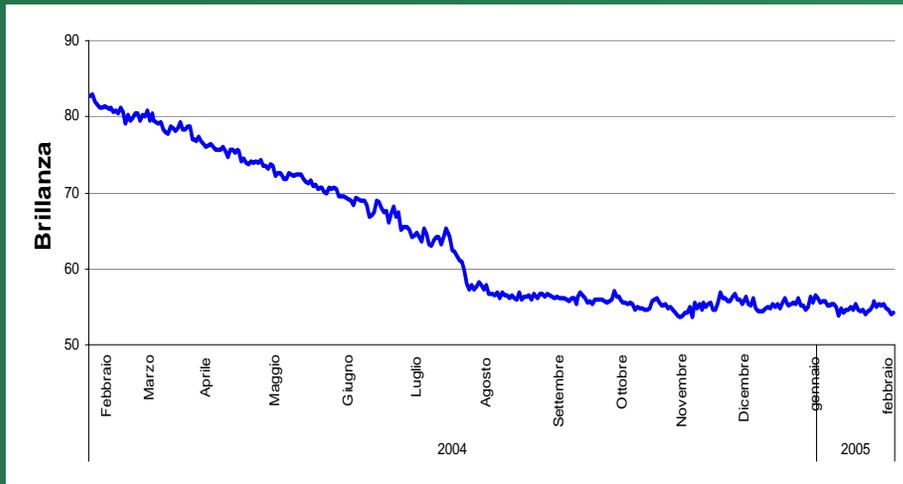
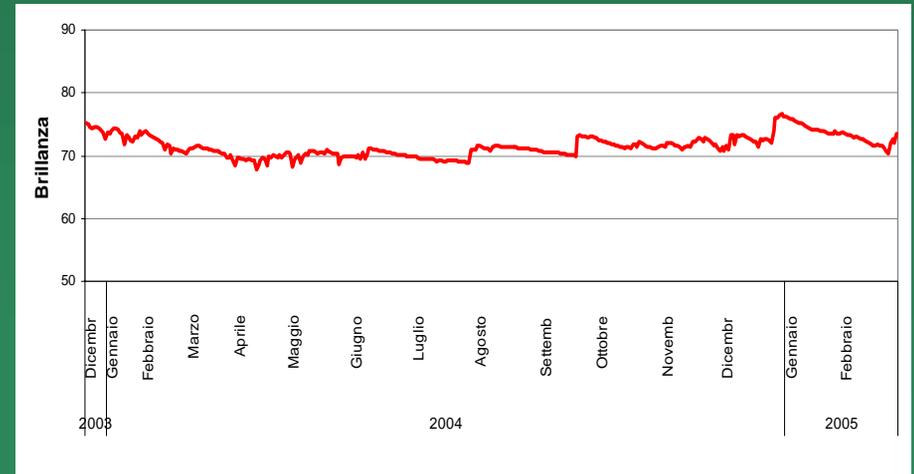


APAT

# PM2006

## Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico Firenze 10-13 Settembre 2006

### Misura dell'annerimento (misura della variazione di brillantezza $\Delta Y$ )



Roma  
 $\Delta Y=2\%$

Milano  
 $\Delta Y=34\%$

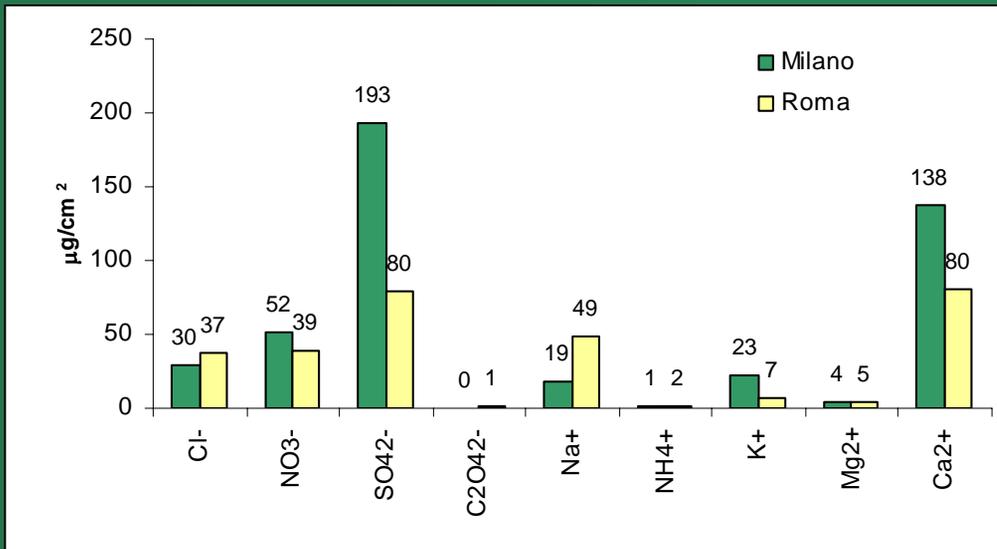


APAT

PM2006

## Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico Firenze 10-13 Settembre 2006

### Determinazione dei sali solubili sul particolato depositato



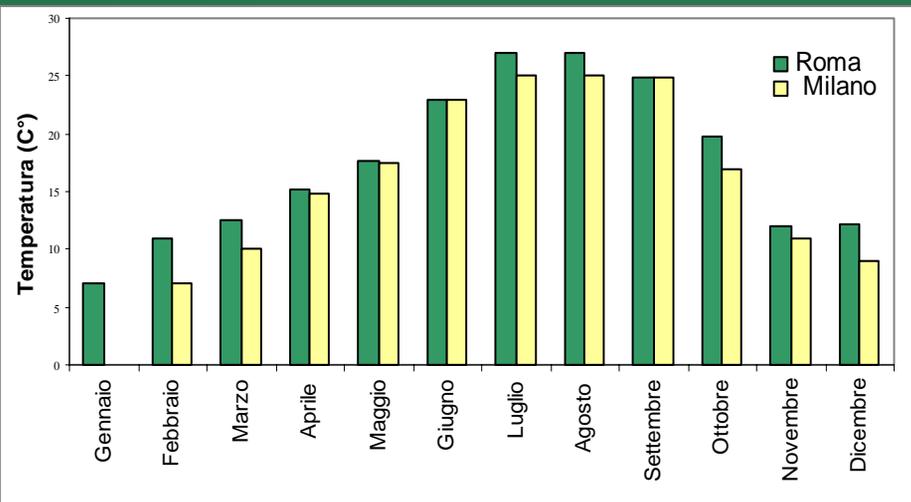
il particolato a Roma è composto da componenti di colorazione più chiara a causa della presenza di sostanze contenute nell'aerosol marino e di polvere terrosa silicatica (maggiore Comp<sub>INOR</sub>), mentre a Milano la polvere depositata si ipotizza sia più ricca di componente carboniosa (Comp<sub>CARB</sub>) dovuta alla presenza di idrocarburi incombusti



APAT

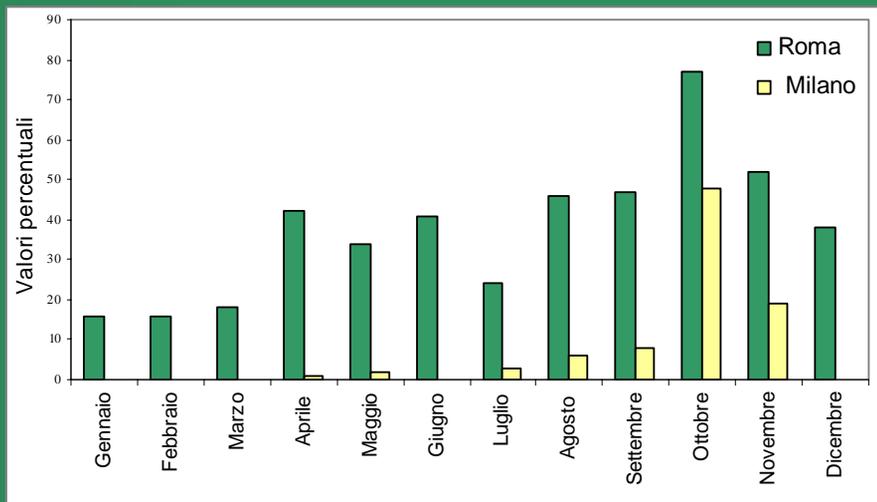
# PM2006

## Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico Firenze 10-13 Settembre 2006



## Confronto temperature superficiali nei due siti di Roma e Milano

## Confronto tra gli eventi di condensa a Roma e a Milano





APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

## Considerazioni finali

Dai risultati ottenuti durante la sperimentazione, si possono fare alcune considerazioni di carattere preliminare, **sebbene non sia ancora possibile definire univocamente funzioni che esprimano l'indice di annerimento, di contaminazione biologica e di stress fisico** rispetto al Bene in studio.



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

$$1. \Delta Y = f ([PST] * V_d)$$

$$2. [PST] = [C_{CARB} + C_{INOR} + C_{BIOL}]$$

$$3. \Delta Y = f_1 ([C_{CARB}]) + f_2 ([C_{INOR}]) + f_3 ([C_{BIOL}])$$



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico

Firenze 10-13 Settembre 2006

I risultati ottenuti sono relativi ad un unico sito per ogni città

La reattività dei materiali di neoformazione nei confronti delle sostanze inquinanti aerodisperse si differenzia da quello dei materiali in opera



Programmazione Sperimentazione Futura

Il progetto di ricerca *utilizzerà lo stesso percorso analitico seguito nella sperimentazione precedente*, per studiare il degrado direttamente sui monumenti che sono stati precedentemente sottoposti ad interventi di restauro e di cui si conoscono lo stato di conservazione e le forme degrado.



APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

... a Roma

la Piramide Cestia

L'ICR ha già precedentemente condotto  
interventi di restauro e monitorato il degrado  
delle superfici delle 4 facciate





APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

...a Milano:

Le statue sulla Loggia della Pinacoteca di Brera





APAT

PM2006

Secondo Convegno Nazionale sul particolato atmosferico  
Firenze 10-13 Settembre 2006

... a Firenze

la Loggia dei Lanzi



Ratto delle Sabine