

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN SPAZZI CONFINATI PER LA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI

Controllo di:

Pressione,

Temperatura,

Umidità,

Particolato atmosferico,

Inquinanti chimici,

Inquinanti biologici,

.....,

.....

UNITÀ DI MISURA DELLA PRESSIONE

- pascal (Pa), nel Sistema Internazionale, 1 newton al metro quadrato o $\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{m}^{-1}$.
- bar (10^5 Pa) (sono di larga diffusione anche alcuni dei sottomultipli del bar, in particolare il millibar è molto usato in meteorologia ed il microbar in acustica).
- Torr, pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 1 mm (133,3 Pa)
- mm di colonna d'acqua, pressione esercitata da una colonna di acqua alta 1 mm (9,81 Pa)
- atmosfera (atm), approssimativamente pari alla pressione esercitata dall'atmosfera terrestre al livello del mare (101325 Pa)

Visto:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Pertanto:

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$$

Molto usato il mbar e hPa

$$1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar}$$

$$1 \text{ atm} = 1013 \text{ mbar} = 1013 \text{ hPa}$$



Misura della pressione atmosferica

La pressione atmosferica si misura con i barometri e si registra coi barografi.

Il prototipo storico è il barometro di Torricelli, nel quale la pressione atmosferica è equilibrata da quella idrostatica di una colonna di Hg lunga 760 mm

I barometri metallici, meno precisi, sono di due tipi.

Il barometro aneroide contiene, in una scatola metallica cilindrica, un sottile tubo d'ottone vuoto avvolto a spirale, collegato a un indicatore ad ago: il tubo deformandosi, provoca lo spostamento dell'ago sulla scala graduata.

Nel barometro olosterico, la pressione è equilibrata da una molla, posta in una scatola cilindrica vuota.

I più moderni hanno un sensore al silicio e la misura è digitalizzata.





L'umidità relativa

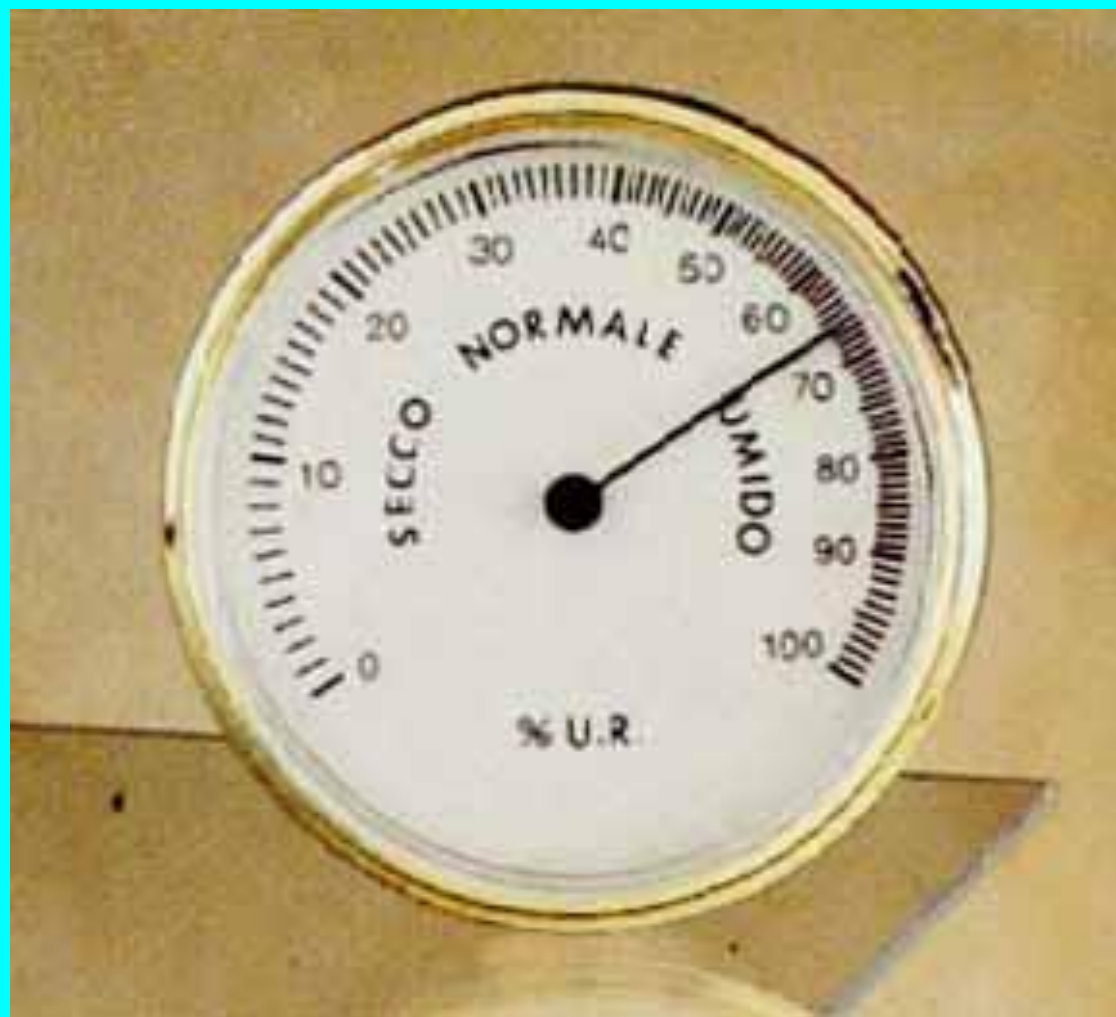


• È il rapporto tra il contenuto di vapore acqueo in un definito volume a una data temperatura e il contenuto che si richiederebbe per la sua saturazione a detta temperatura. Il suo valore è compreso tra 0 e 1 (0 e 100 %). Considerando il vapor d'acqua un gas ideale, l'umidità relativa è uguale al rapporto tra la pressione parziale dell'acqua presente nell'ambiente considerato e il valore della pressione del vapore in equilibrio con il liquido puro. Poiché quest'ultimo valore aumenta con la temperatura, incrementando la temperatura, ma rimanendo costante il contenuto di vapore acqueo nell'ambiente, l'umidità relativa diminuisce. La pressione del vapore in equilibrio con un liquido o con un solido puro è frequentemente chiamata tensione di vapore.

L'umidità relativa è la grandezza che comunemente si presta meglio a rappresentare il grado di umidità dell'aria, poiché permette di valutare se un determinato ambiente, ad una definita temperatura, è, o non, lontano dalla saturazione.

Igrometri

Le misure di RH è eseguita con moderni strumenti digitali, costituiti da una unità di controllo e da un sensore di umidità, costituito da condensatori a dielettrico di polimeri igroscopici, che gonfiandosi per l'umidità, provocano l'allontanamento delle armature, col risultato di abbassare la capacità. L'unità elettronica di controllo trasforma la variazione di capacità in frequenza, che è convertita in potenziale e letta sul display come RH%. Si usa come sensore capacitivo anche uno strato sottile d'allumina.





Igrometri a capelli

**I capelli si allungano all'aumentare
dell'umidità**



MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ATMOSFERA ESTERNA



Vantaggi: eccellenti per una risposta in tempo reale

Svantaggi: fisse,

molto costose,

analizzano solo un limitato numero di inquinanti,

richiedono manutenzione di frequente

In alternativa anche per indoor:

Possibili Metodi

- 1) Stazioni fisse (o trasportabili)**
- 2) Canister**
- 3) Campionamento forzato con analisi in laboratorio**
- 4) Campionamento diffusivo**

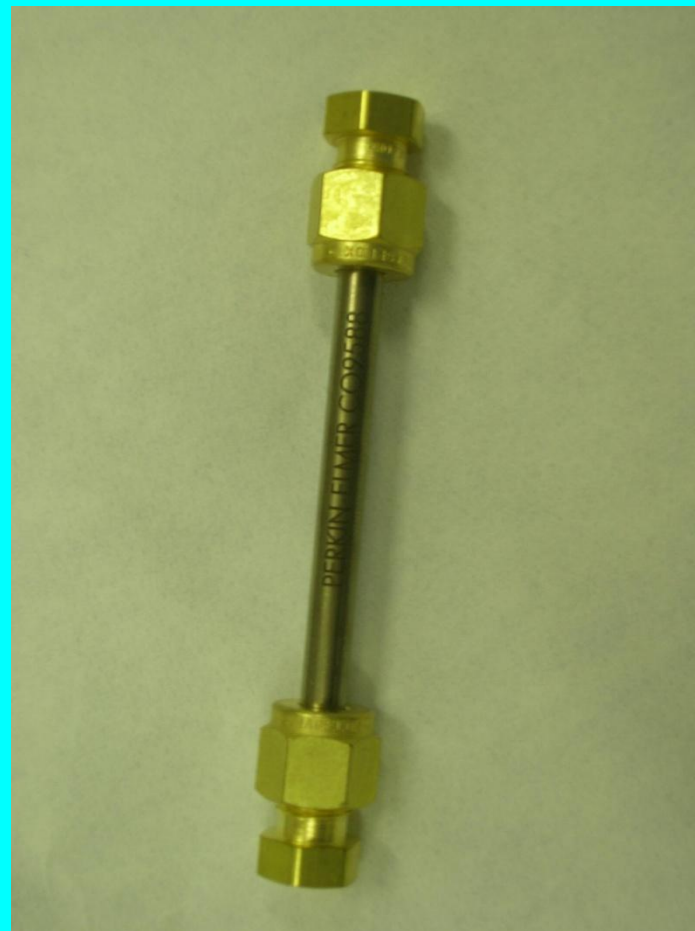
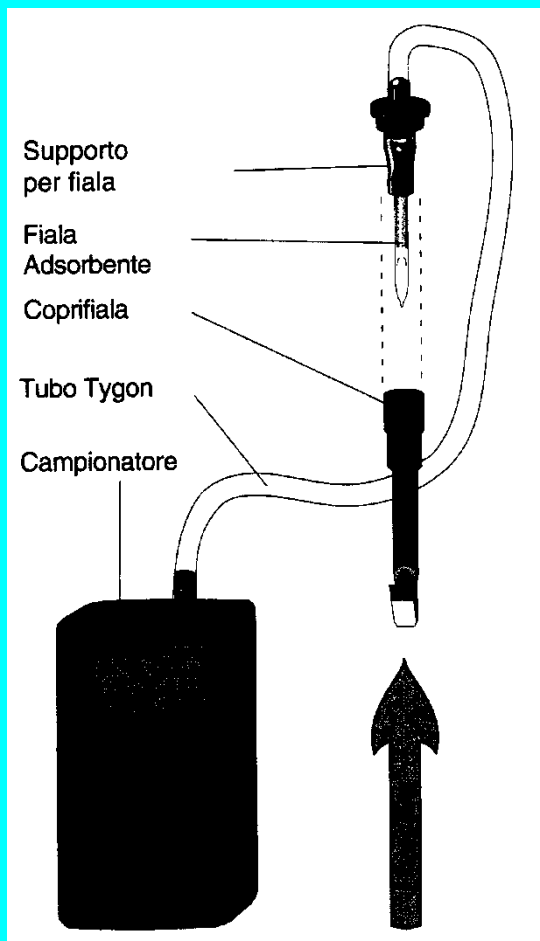
In alternativa:



AIR SAMPLING CANISTER

CARTUCCE ADSORBENTI

CAMPIONATORE ATTIVO



CARTUCCE ASSORBENTI

CAMPIONATORE PASSIVO

**È basato sulla diffusione
e deposizione naturale
(non forzata da apposita
pompa)**



CAMPIONATORI PASSIVI



FIALE COLORIMETRICHE



Tubi di vetro con scala graduata sulla superficie contenenti sostanze rilevatrici e sensibili a diverse varietà di gas

PARTICOLATO ATMOSFERICO

Definizione:

PM₁₀ è (DM 60/02) la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 10 μm , con una efficienza di campionamento pari al 50%.

PM_{2,5} è la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 2,5 μm , con una efficienza di campionamento pari al 50%.

10 μm ?

$$\mathbf{1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}}$$

$$\mathbf{1000\ \mu\text{m} = 1\ \text{mm}}$$

$$\mathbf{10\ \mu\text{m} = 0,01\ \text{mm}}$$

Misure di PM_{10}

il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM_{10} è riportato nel DM 60/02 .

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 13284-1

Principio di misura: gravimetria.

Modalità di funzionamento: e si basa sulla raccolta della “frazione PM_{10} ” su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura ($20^{\circ} \text{C} \pm 1$) e di umidità ($50 \pm 5\%$).

Per quanto riguarda il $PM_{2.5}$, pur non essendo ancora stato definito il metodo di misura di riferimento, si utilizzano, al momento, gli stessi metodi impiegati per il PM_{10} .

Campionatori di PM_{10}

Questi strumenti sono costituiti da una pompa che aspira l'aria ambiente attraverso una testa di prelievo, la cui geometria è stata normata a livello internazionale ed è in grado di selezionare le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 10 μm . con una efficienza del 50%.

La componente del particolato selezionata dalla testa viene quindi fatta passare attraverso una membrana filtrante di opportuna porosità e costituita da diversi materiali (quarzo, fibra di vetro, teflon, esteri di cellulosa, ecc.) dipendentemente dal tipo di analisi richiesta sul filtro.

La membrana viene poi pesata in laboratorio e per differenza con la tara (filtro bianco) si ha la massa del particolato.

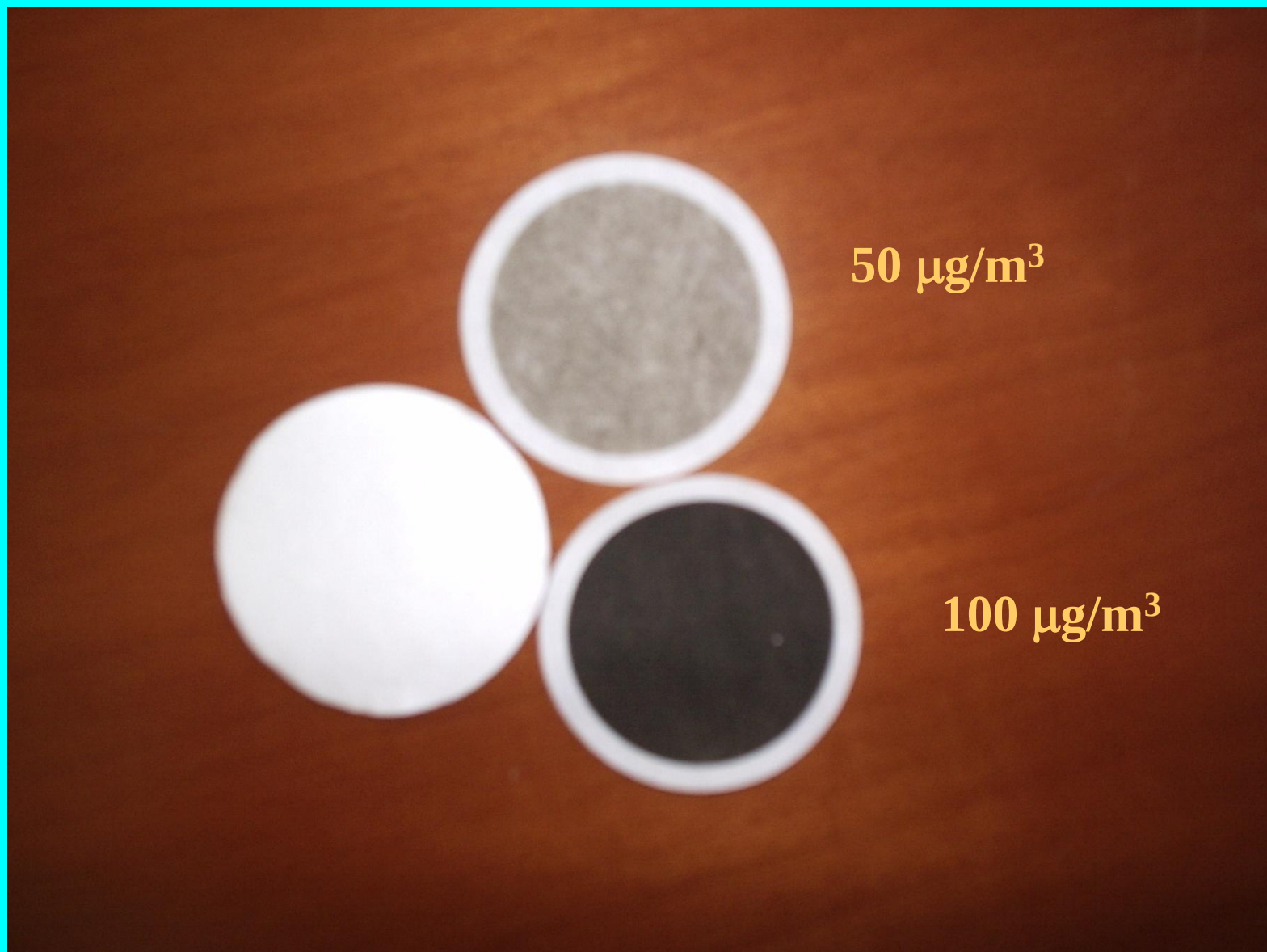
Il campionatore contiene anche un contatore volumetrico in grado di registrare il volume di aria aspirata, corretto in modo continuo mediante vari sensori di temperatura e pressione interni ed esterni, per ricondurlo alle condizioni ambientali.

Dalla conoscenza quindi del volume di aria campionata e della massa del particolato si calcola la concentrazione di PM_{10} in $\mu g/m^3$.

PM10 e PM2,5

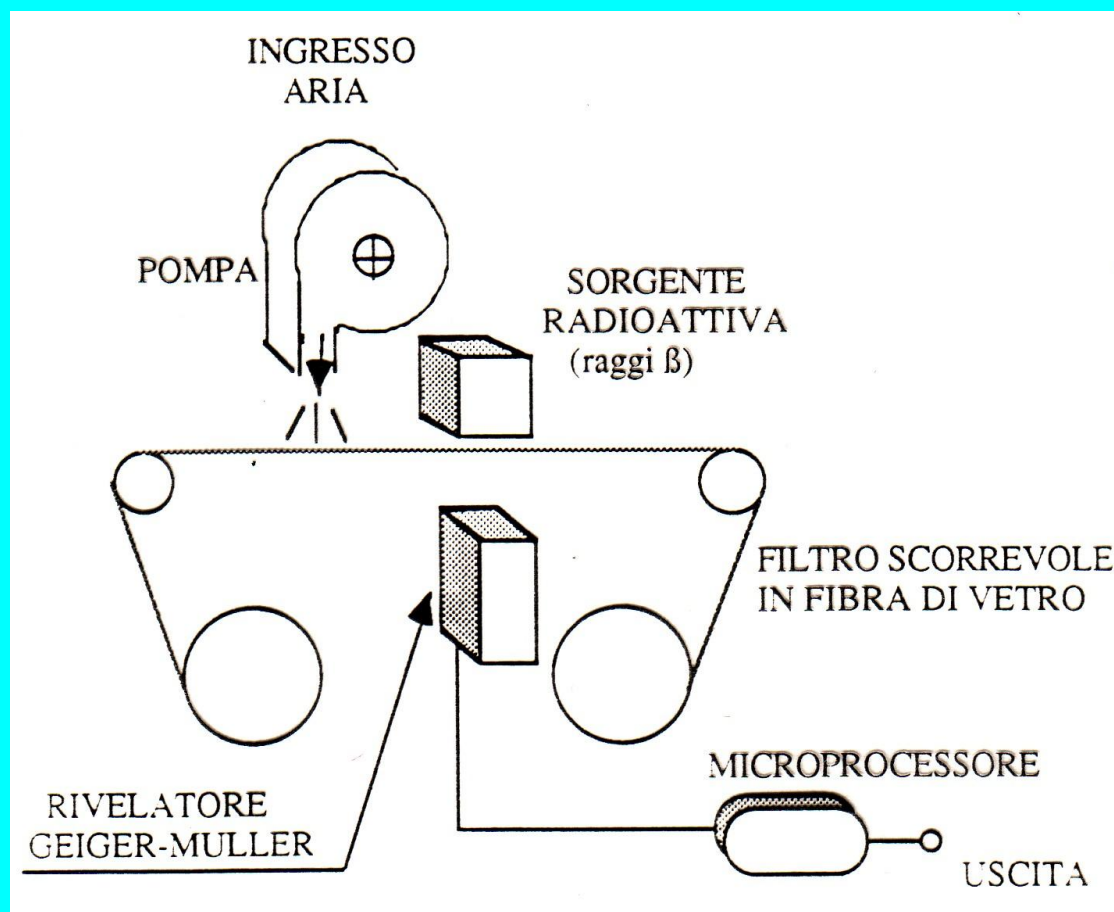






Analizzatore di particolato

Il sistema automatico di campionamento delle particelle sospese, non fornisce informazioni sulle dimensioni e sulla composizione del materiale raccolto. Si sfrutta l'assorbimento da parte del materiale solido delle particelle β generate da un'opportuna sorgente.



Measurements for indoor air quality assessment at the Capodimonte Museum in Naples (Italy)

Chianese, E.^{1*}, Riccio, A.², Duro, I.³, Trifuoggi, M.³, Iovino, P.⁴, Capasso, S.⁴ and Barone, G.³

¹Department of Environmental Science, University "Parthenope" of Naples, Centro Direzionale isola C4, 80143 Napoli, Italy

²Department of Applied Science, University "Parthenope" of Naples, Centro Direzionale isola C4, 80143 Napoli, Italy

³Department of Chemistry, University "Federico II" of Naples, via Cintia Monte Sant' Angelo, 80126 Napoli, Italy

⁴Department of Environmental Science, Seconda Università di Napoli, via Vivaldi 43, 80100 Caserta, Italy

Received 12 May 2011;

Revised 17 Sep. 2011;

Accepted 22 Nov. 2011

ABSTRACT:The state of works of art exhibited inside museums can be strongly influenced by indoor air quality, due to chemical activity of gaseous pollutants and particulate matter. For that reason it is important to carry out periodic air quality controls to check if the concentration levels of air pollutants comply with the limits specified by the national laws. In this work we show results obtained in a monitoring campaign carried out at the Museum of Capodimonte in Naples, one of the most important museums in Southern Italy. Results concern indoor monitoring of inorganic and organic gaseous pollutants and PM₁₀ and PM_{2.5} fractions; moreover we also present the comparison between indoor and outdoor particulate matter concentration. From this analysis emerged a satisfying indoor condition with respect to gaseous pollutants, without any limit exceedance; in contrast particulate matter exhibits high concentration levels with frequent exceedances. Comparison with outdoor concentrations demonstrates the influence of dust and organic matter transported from the park surrounding the museum due to wind and visitors stamping.

Key words: Indoor Pollution, Cultural Heritage, Indoor monitoring, Gaseous pollutants, Particulate matter