

**PRINCIPI E METODI DI MISURA DEI PRINCIPALI
INQUINANTI ATMOSFERICI**

PARTICOLATO PM10 E PM2.5


I sistema di riferimento per la misura del particolato atmosferico in aria ambiente è il sistema gravimetrico.

La necessità di avere misure in tempo reale ha determinato l'affermarsi di strumentazione automatica che permette di ottenere il dato quasi in tempo reale. Tale strumentazione, utilizzata nelle rete ARPA VdA, è dotata di certificato di equivalenza al sistema di riferimento emesso da un laboratorio internazionalmente riconosciuto.

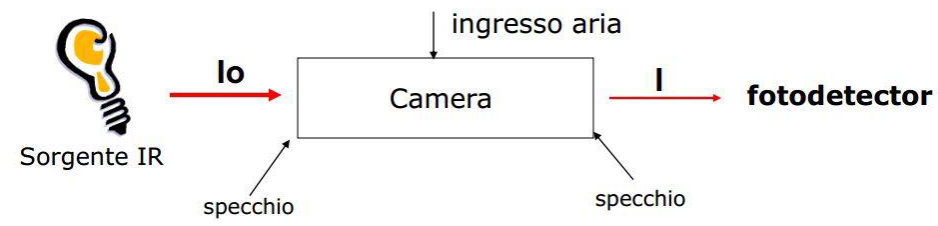
Il principio di misura utilizzato dalla strumentazione automatica della rete di monitoraggio della Valle d'Aosta è basato sull'attenuazione di radiazione beta.

Sistema di riferimento gravimetrico	
Norma tecnica	EN 12341:2014 Titolo : Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or PM2,5 mass concentration of suspended particulate matter
Principio di misura	Gravimetria
Breve descrizione	Preliminarmente i filtri sono posti in una camera climatica per 48h dove permangono a una temperatura è di 20°C e umidità del 50%, poi sono successivamente pesati da una microbilancia a sei cifre decimali. Le operazioni di pesatura sono gestite automaticamente da un software che sovrintende il robot di posizionamento filtri sulla bilancia e la bilancia stessa. L'utilizzo di un sistema completamente automatizzato assicura la ripetibilità delle operazioni oltre ad eliminare le cause di errore, imprecisione e variabilità dell'operatore esterno. Il filtro è, quindi, pronto ad essere utilizzato in campo dove il prelievo del particolato atmosferico è effettuato aspirando un volume noto d'aria per un periodo prefissato di 24h, utilizzando una pompa collegata ad una testa di separazione ad impatto inerziale che seleziona la frazione di particolato di interesse, PM10 o PM2,5. Al termine del periodo di campionamento il filtro verrà sottoposto alla medesima operazione di pesatura iniziale consentendo così di calcolare la differenza di peso e, conoscendo il volume campionato, si potrà calcolare la concentrazione media di particolato in aria nella periodo di campionamento.
Sistema automatico equivalente	
Norma tecnica	UNI CEN/TS 16450:2013 Titolo: Sistemi di misurazione automatici per la misurazione della concentrazione del particolato
Principio di misura beta attenuazione	Attenuazione della radiazione beta
Breve descrizione	Lo strumento utilizza filtri in fibra di vetro (1 filtro/24h) per la raccolta del particolato aerodisperso. Il filtro bianco, prima di raccogliere il particolato, viene posto tra una sorgente radioattiva interna allo strumento che emette elettroni (radiazione beta) e un rivelatore (contatore Geiger-Muller) che misura la radiazione che attraversa il filtro "pulito" (misura di bianco); Successivamente un flusso d'aria costante per 24 ore attraversa il filtro su cui si deposita il particolato sospeso; al termine del periodo di campionamento il filtro viene riposizionato sotto alla sorgente radioattiva e il contatore Geiger misura nuovamente la radiazione che attraversa il filtro campionato. Poiché sulla superficie del filtro si è depositato il particolato l'intensità della radiazione beta risulterà attenuata rispetto alla misura di bianco. La differenza tra le 2 misure è proporzionale alla concentrazione di polvere in aria ambiente nelle 24 ore. La selezione rispetto alla dimensione (diametro aerodinamico) delle particelle (PM10 o PM2.5) si ottiene mediante apposite teste di prelievo che, grazie ad una specifica costruzione geometrica, sono in grado di campionare esclusivamente la granulometria di polveri desiderata.

OSSIDI DI AZOTO

<p>Norma tecnica</p>	<p>UNI EN 14211:2012 Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza</p>
<p>Principio di misura</p>	<p>Chemiluminescenza</p>
<p>Breve descrizione</p>	<p>Lo strumento è in grado di misurare la concentrazione di biossido di azoto (NO₂) e monossido di azoto (NO) presenti in aria ambiente. Per la determinazione di NO l'aria in esame viene miscelata in una cella di reazione con ozono prodotto internamente dall'analizzatore. L'ozono reagisce rapidamente con il monossido di azoto presente nell'aria formando biossido di azoto eccitato ed instabile (NO₂[*]) che, ritornando nel suo stato fondamentale (NO₂) emette una radiazione elettromagnetica ultravioletta (hν). $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2^* + \text{O}_2$ $\text{NO}_2^* \rightarrow \text{NO}_2 + h\nu$ La radiazione di fotoluminescenza viene misurata mediante un rivelatore (tubo fotomoltiplicatore) ed è direttamente correlata alla concentrazione di monossido di azoto presente in aria ambiente. Per le determinazioni di NO_x (NO + NO₂) l'aria aspirata viene inviata in una seconda cella di reazione dopo essere stata fatta passare in un convertitore contenente trucioli di molibdeno riscaldati a 350 °C, nel quale il biossido di azoto viene trasformato in ossido di azoto: $2 \text{NO}_2 + \text{Mo} = \text{MoO}_2 + 2 \text{NO}$ <div style="text-align: center;"> <p><u>Riduzione catalitica di NO₂ a NO</u></p>  <pre> graph LR NO2 --> Convertitore[convertitore] Convertitore --> NO </pre> <p>Catalizzatore: molibdeno (T = 240 -350 °C)</p> </div> Lo strumento misura alternativamente a intervalli di pochi secondi: <ul style="list-style-type: none"> • L'NO in aria ambiente mediante chemiluminescenza • L'NO_x=NO + (NO₂ ridotto a NO) La differenza tra NO_x e NO fornisce il valore di NO₂. </p>

MONOSSIDO DI CARBONIO

Norma tecnica	UNI EN 14626:2012 Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva
Principio di misura	Assorbimento di radiazione nell'infrarosso
Breve descrizione	<p>Gli analizzatori di CO sfruttano la caratteristica del CO di assorbire la radiazione infrarossa ad una specifica lunghezza d'onda in accordo alla legge di Lambert-Beer.</p>  <p>La concentrazione di CO in aria è proporzionale all'assorbimento della radiazione IR emessa da una sorgente interna allo strumento ad una specifica lunghezza d'onda</p>

BIOSSIDO DI ZOLFO

Norma tecnica	UNI EN 14212:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta"
Principio di misura	Fluorescenza ultravioletta
Breve descrizione	<p>Nella camera di misura, attraversata dal flusso di aria campione, una lampada UV emette, con una certa frequenza, una radiazione alla lunghezza d'onda di 214 nm. Le molecole di SO₂ assorbono energia, a questa lunghezza d'onda, passando ad uno stato eccitato e permanendo in tale stato per delle frazioni di secondo.</p> <p>Successivamente, parte di queste molecole eccitate ritorna allo stato fondamentale con emissione di radiazione alla lunghezza d'onda di circa 330 nm (fluorescenza):</p> $\text{SO}_2 + h\nu_1 (\lambda_1 = 214 \text{ nm}) \rightarrow \text{SO}_2^*$ $\text{SO}_2^* \rightarrow \text{SO}_2 + h\nu_2 (\lambda_2 = 330 \text{ nm})$ <p>La radiazione emessa viene misurata da un detector ed elaborata insieme al segnale registrato in assenza di radiazione eccitante. Si ha così la misura della concentrazione di SO₂.</p>

OZONO

Norma tecnica	UNI EN 14625:2012 Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta.
Principio di misura	Assorbimento ultravioletto
Breve descrizione	<p>La misura di ozono sfrutta la caratteristica delle molecole di ozono di assorbire la radiazione ultravioletta di lunghezza d'onda pari a 254nm.</p> <p>Nella camera di misura entra in modo alternato aria ambiente e aria ambiente depurata dell'ozono mediante un apposito filtro. Ad un capo della camera di misura è posta la lampada che genera la radiazione ultravioletta, mentre dall'altro capo vi è un rivelatore che misura l'attenuazione di tale radiazione: la differenza tra le due misure determina la concentrazione in aria di ozono.</p>