

Il laboratorio mobile della Stazione sperimentale per i Combustibili

Stazione sperimentale per i Combustibili, V.le De Gasperi 3,
20097 San Donato Milanese (MI).
Tel. +39 02516041; fax+39 02514286.

Web: www.ssc.it

E-mail: mascherpa@ssc.it; bertagna@ssc.it

La strumentazione impiegata su un laboratorio mobile è dello stesso tipo di quella che normalmente viene impiegata per la realizzazione delle reti fisse di monitoraggio. L'uso di mezzi mobili per il controllo della qualità dell'aria permette di eseguire campagne di monitoraggio a medio e lungo termine in quelle zone del territorio dove la collocazione di centraline fisse potrebbe risultare disagiata o eccessivamente costosa e vengono impiegati solitamente in campagne per valutare le concentrazioni di inquinanti per la valutazione dell'inquinamento prodotto da sorgenti emissive fisse o in zone di interesse specifico, spesso in funzione di esigenze contingenti quali valutazioni di impatto ambientale (VIA) o lo studio di effetti particolari e localizzati.

Il laboratorio mobile della **Stazione sperimentale per i Combustibili** consiste in un furgone Fiat IVECO Turbo Daily, dotato attualmente degli strumenti necessari al controllo dei seguenti **inquinanti**:

- biossido di zolfo (SO₂)
- monossido di carbonio (CO)
- ossidi di azoto (NO_x)
- ozono (O₃)
- polveri totali sospese (PTS)
- polveri sottili - PM₁₀
- idrocarburi metanici e non metanici

e dei seguenti **parametri meteorologici**:

- sensore direzione e velocità vento
- sensore temperatura atmosferica
- sensore umidità relativa
- sensore pressione atmosferica
- sensore radiazione solare globale
- pluviometro.

Gli strumenti di misura sono collegati ad un sistema di acquisizione dati, costituito da un data logger e un PC, in grado di acquisire e memorizzare i segnali analogici/digitali provenienti dagli strumenti stessi per

renderli disponibili per la successiva validazione e elaborazione.



Figura 1. Immagine del mezzo mobile visto dall'esterno.

Allestimento esterno.

Esternamente il mezzo mobile si presenta come in Figura 1.

Accanto ad esso sono collocati:

I sensori meteo

Sensore di pressione atmosferica: *Micros modello BARI*
Il sensore è posto all'interno del mezzo mobile nella parte bassa di uno dei due rack. Il trasduttore è costituito da un semiconduttore con uscita linearizzata proporzionale alla pressione, compensato termicamente in tutto l'intervallo di temperatura di funzionamento.

Sensore temperatura aria: *Sensore: MICROS modello STEP.0/2V*

L'elemento sensibile è costituito da una termoresistenza di platino (Pt 100 - 100 ohm a 0°C). L'elemento resistivo è percorso da una corrente costante di valore molto basso tale da rendere trascurabile l'autoriscaldamento, per cui una variazione di temperatura viene ricondotta ad una variazione di tensione ai capi della resistenza.

Sensore di radiazione solare totale¹ (piranometro): *MICROS modello PIR*

¹ La radiazione totale si distingue dalla radiazione diretta: quella diretta è definita come quella parte della radiazione che arriva direttamente dal sole, mentre quella globale è la somma della radiazione diretta e la radiazione diffusa dal cielo e dai sistemi nuvolosi, compresa nell'intervallo di lunghezza d'onda da 0,3 a 3,5 µm.

La parte sensibile dello strumento è costituita da una termopila di Moll, ovvero un trasduttore che si riscalda proporzionalmente alla radiazione solare incidente assorbita da una speciale vernice nera che ricopre la superficie della termopila. Lo strumento è montato su un supporto che ne consente il corretto posizionamento orizzontale, che viene verificato tramite una bolla presente sul sensore.

Pluviometro: MICROS modello PLUV

La misurazione per le precipitazioni atmosferiche viene eseguita mediante un imbuto di raccolta che convoglia l'acqua in una bascula oscillante di tipo magnetico. La bascula è composta da due contenitori tarati mediante contrappeso a 0,2 mm di capacità. Al superamento di tale soglia, si chiude il contatto magnetico e si incrementa lo step per la registrazione dei dati. Il numero di ribaltamenti della bascula risulta così proporzionale all'intensità della pioggia.

Sensore di umidità relativa²: MICROS modello SRHS/C

Lo strumento ha come elemento sensibile un condensatore la cui capacità varia proporzionalmente al variare dell'umidità relativa ambientale. Il sensore è di tipo completamente elettronico e dà una risposta di tipo lineare. La parte sensibile è inserita in un filtro di protezione dall'inquinamento atmosferico ed è provvista di un ulteriore schermo di protezione al cui interno l'aria circola naturalmente.

Sensore direzione e velocità del vento: MICROS modello SDVD.0/2

Questo strumento è installato nel punto più alto del palo in modo da essere meno soggetto ad ostacoli che possano falsare la misura. Per la determinazione della direzione del vento viene utilizzata una banderuola bilanciata. Il segnale di uscita varia a seconda del posizionamento dell'albero di rotazione della banderuola che, mediante apposite elaborazioni, fornisce i gradi angolari della direzione del vento. Lo strumento usato per la rilevazione della componente orizzontale della velocità del vento è il classico anemometro a tre coppe che permette la misurazione della frequenza del segnale in uscita. La velocità angolare dell'albero del mulinello risulta direttamente proporzionale a quella del vento.

I sensori si fissano al palo per mezzo di un supporto costituito da una barra in acciaio inox provvista di due collari (Figura 2).



Figura 2. Sensori meteo collocati alla sommità del palo.

I campionatori di polveri

Il materiale particolato in sospensione nell'aria viene raccolto su filtri in fibra di vetro microporosi; la determinazione viene fatta per via gravimetrica e riferita al volume di aria filtrato, riportato alle condizioni di temperatura e pressione prescritte.

Polveri totali sospese (PTS). L'apparecchiatura di campionamento consta complessivamente di:

- ✓ filtri con relativi portafiltri
- ✓ un regolatore di portata
- ✓ una pompa aspirante
- ✓ un flussimetro
- ✓ un contatore volumetrico
- ✓ un campionatore sequenziale automatico.

Ad eccezione dei portafiltri, tutti questi elementi sono stati fatti assemblare dal Laboratorio Ambiente della SSC in un'unica unità (Figura 3).



Figura 3. Campionatore per polveri totali sospese

² L'umidità relativa discende dall'umidità assoluta. Questa indica la quantità di vapor d'acqua presente in atmosfera, espressa come grammi di acqua per metro cubo d'aria. L'umidità relativa è il rapporto fra quella assoluta e il grado di saturazione del vapor d'acqua in atmosfera alle condizioni di temperatura correnti e viene espressa come percentuale.

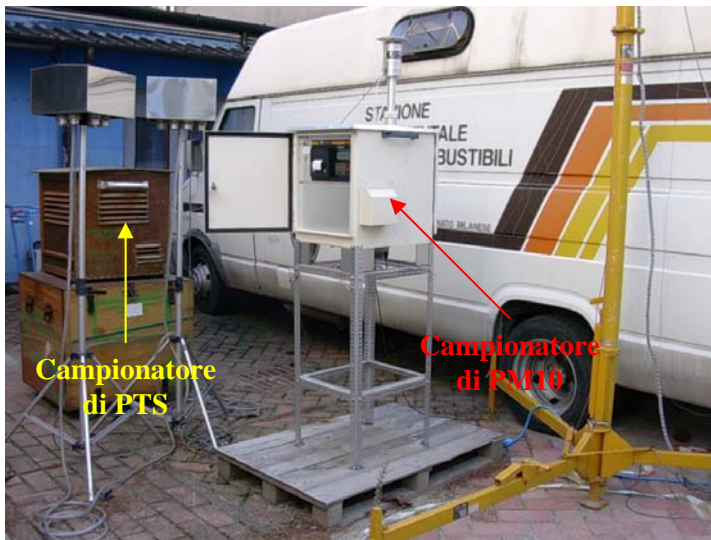


Figura 4. Campionatori automatici di PTS e PM10

Per i filtri invece sono stati messi a punto delle apposite aste di sostegno in lega leggera alla cui sommità sono montati degli alloggi per i portafiltri i quali, grazie alla loro particolare geometria, permettono di proteggere i filtri dalla sedimentazione diretta delle particelle e dall'influsso diretto delle condizioni atmosferiche, secondo i criteri stabiliti dai decreti che regolamentano la materia.



Figura 5. Portafiltri con filtri in campionamento.

In Figura 5 un'inquadratura dal basso mostra come sono disposti i portafiltri sulle aste di sostegno. Ogni asta può ospitare fino ad un massimo di otto filtri. Il campionamento delle polveri avviene aspirando l'aria in sequenza da postazioni successive (campionamento sequenziale).

Il campionatore sequenziale automatico consente di impostare ed eseguire dei programmi di campionamento; l'operatore può scegliere il numero di filtri che devono essere utilizzati, la durata di ogni prelievo e la pausa tra un prelievo e l'altro.

Polveri sottili PM10: Campionatore: TCR TECORA modello Skypost PM HV

Come il particolato totale sospeso, anche i PM₁₀ vengono raccolti su un filtro microporoso e quindi determinati gravimetricamente, riferendo la misura al volume di aria campionato.

Il sistema di campionamento (Figura 4) è una stazione per esterni completamente automatica, costituito di due parti: il campionatore Charlie e il modulo sequenziale Sentinel PM, che abbinati consentono monitoraggi in continuo senza presidio diretto dell'operatore in ambiente esterni.

Grazie alla possibilità di programmazione dei campionamenti è possibile impostare programmi di campionamento di tipo "giornaliero" o di tipo "a discrezione" (campionamenti che possono iniziare e terminare in qualsiasi data e ora, inserendo anche durate e pause differenti per i diversi campioni, fino ad un massimo di 16 filtri).

Allestimento interno.

Internamente il veicolo è stato equipaggiato con tutti i mezzi necessari per poter condurre il lavoro in maniera ottimale e consentire all'operatore di agire in sicurezza. Le superfici interne sono coibentate e rivestite e l'ambiente può essere climatizzato grazie ad un condizionatore fissato al soffitto, al fine di minimizzare gli effetti di variazione della temperatura sugli strumenti. I segnali provenienti da tutti gli strumenti collocati sia internamente che esternamente al mezzo mobile vengono raccolti da una unità in grado di dialogare con un personal computer dove i dati vengono raccolti ed elaborati. Il software ADAS (*Ambiental Data Acquisition System*) è sviluppato per funzionare su una rete di PC di tipo client-server; nel nostro caso il software è collegato unicamente al data logger del laboratorio mobile della SSC.

Nella parte posteriore del veicolo sono collocati due rack portanti le strumentazioni di misura, anch'essi assicurati con travi saldate alle pareti (Figura 6).

Gli strumenti ivi collocati sono:

- ✓ analizzatore di biossido di zolfo
- ✓ analizzatore di ossidi di azoto
- ✓ analizzatore di monossido di carbonio
- ✓ analizzatore di ozono
- ✓ analizzatore di idrocarburi metanici e non metanici
- ✓ sistema di calibrazione e di diluizione dei gas di taratura



Figura 6 . Strumentazione di misura

Il campionamento di aria ambiente avviene attraverso un unico ingresso comune a tutti gli analizzatori tramite un camino sito sul tetto del veicolo, protetto in modo da evitare l'infiltrazione dell'acqua piovana nella linea di campionamento. Il materiale che costituisce il condotto di ingresso può influenzare la composizione dell'aria campionata e quindi è realizzato in acciaio inossidabile. Per la stessa ragione, l'intera linea di campionamento è realizzata in teflon.

Gli analizzatori automatici continui.

Analizzatore di biossido di zolfo: HORIBA modello APSA-360

Il principio di funzionamento dello strumento è la fluorescenza UV.

Il metodo a fluorescenza UV è basato sul principio che, quando le molecole di SO₂ contenute nel campione vengono eccitate da radiazioni ultraviolette, emettono una caratteristica radiazione di fluorescenza. La misurazione dell'intensità di tale fluorescenza è direttamente proporzionale alla concentrazione di SO₂ presente nel campione.

Analizzatore di monossido di carbonio: HORIBA modello APMA-360

Il metodo di misura si basa sull'assorbimento da parte del monossido di carbonio di radiazioni nel campo dell'infrarosso. L'aria proveniente dalla linea di campionamento passa attraverso un filtro per l'eliminazione del particolato atmosferico e viene quindi convogliata nella camera di misura, all'interno della quale viene irraggiata con radiazioni IR di lunghezza d'onda intorno a 4700 nm generate da una spirale riscaldata. L'attenuazione della radiazione che passa attraverso la cella di misura fornisce una misura della concentrazione di CO presente

Analizzatore di ossidi di azoto: Analizzatore: HORIBA modello APNA-360

Il principio di misura dello strumento è la chemiluminescenza a flusso modulato incrociato.

La chemiluminescenza deriva dalla reazione del monossido di azoto con l'ozono in grado di produrre molecole di biossido di azoto allo stato eccitato che emettono radiazioni nella regione del vicino infrarosso (da 600 a 3000 nm), con un massimo centrato intorno a 1200 nm. Tali radiazioni vengono convertite in segnale elettrico da un fotodiode: questo risulta quindi proporzionale all'intensità delle radiazioni che a loro volta sono una misura del numero di molecole di NO presenti nella camera di reazione. L'aria campionata, deumidificata e filtrata, viene inviata a due distinti canali. Nel primo avviene la determinazione diretta del monossido di azoto, il secondo invece viene fatto passare in un convertitore, nel quale l'NO₂ presente subisce una riduzione ad NO; questa porzione di aria conterrà così sia l'NO presente naturalmente che quello derivante dalla riduzione dell'NO₂: dalla differenza fra la concentrazione di NO_x, ricavata dalla seconda porzione di gas, e quella del solo NO si ottiene la concentrazione di NO₂.

Analizzatore di ozono: Analizzatore: HORIBA modello APOA-360

Il principio di funzionamento su cui si basa è l'assorbimento UV non dispersivo a flusso modulato incrociato. Il metodo a assorbimento UV sfrutta la proprietà dell'ozono di assorbire radiazioni nel campo dell'ultravioletto: l'intensità della radiazione non assorbita è proporzionale alla concentrazione dell'ozono nel campione.

Analizzatore di idrocarburi metanici e non metanici: Analizzatore: HORIBA modello APHA-350E

Il principio di misura su cui si basa lo strumento è la ionizzazione di fiamma (FID) a flusso modulato incrociato. Il metodo FID si basa sulla ionizzazione che risulta dalla combustione all'estremità di un bruciatore quando degli idrocarburi vengono introdotti in una fiamma di idrogeno. Questo metodo è affiancato al principio della combustione selettiva che permette di misurare simultaneamente gli idrocarburi totali (THC) e il metano presenti nell'aria. L'aria campionata viene incanalata attraverso due linee. Quella che passa per la prima linea viene utilizzata tal quale per la determinazione degli idrocarburi totali, l'altra linea invece è dedicata alla determinazione del solo metano; in essa il campione di gas passa attraverso un "cutter" di idrocarburi, che brucia gli idrocarburi più pesanti e lascia il metano incombusto. La differenza fra i due segnali fornisce la concentrazione di NMHC.