

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO**  
**Struttura semplice “Attività di Produzione”**

**OGGETTO: CAMPAGNA DI CONFRONTO DATI LABORATORI MOBILI ARPA, MUSINET E CABINA ARMADIO SITAF (settembre – dicembre 2009)**



|                                |   |              |               |
|--------------------------------|---|--------------|---------------|
| <b>Redazione</b>               | <b>Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale</b><br><b>Nome: Giacomo Castrogiovanni</b>                               | <b>Data:</b> | <b>Firma:</b> |
| <b>Verifica e approvazione</b> | <b>Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. 06.02</b><br><b>Nome: dott. Francesco Lollobrigida</b> | <b>Data:</b> | <b>Firma:</b> |

La Stazione Mobile di rilevamento della qualità dell'aria è messa a disposizione dall'Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino.

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.a Marilena Maringo, ing. Milena Sacco, sig. Francesco Romeo, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dai Laboratori Strumentali. della SS.06.05 di Arpa Piemonte.

Si ringrazia il personale SITAF e MUSINET per la collaborazione prestata.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>Confronto dati laboratorio mobile ARPA – Laboratorio mobile MUSINET .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>Confronto cabina armadio SITAF – laboratorio mobile ARPA .....</b>            | <b>14</b> |
| <b>Conclusioni.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Confronto tra i laboratori mobili .....</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>Confronto tra il laboratorio mobile Arpa e la cabina armadio .....</b>        | <b>23</b> |
| <b>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>                  | <b>25</b> |



## **LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

## Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di confronto dati, condotta nel Comune di Susa, ha come obiettivo la verifica dell'allineamento dei dati prodotti dai sensori e dagli strumenti installati sui laboratori mobili di ARPA Piemonte, MUSINET e sulla cabina armadio SITAF.

Il test in parallelo è stato effettuato in base a quanto previsto dall'Art. 5 del Disciplinare attuativo del Protocollo d'Intesa tra S.I.T.A.F. – Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus – S.p.A., Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comunità Montana Alta Valle di Susa, Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia e Arpa Piemonte per la realizzazione di una Valutazione Ambientale della Qualità dell'Aria attraverso uno studio modellistico di stima delle emissioni e dispersione degli inquinanti in atmosfera ed una campagna di monitoraggio lungo l'A32 Torino - Bardonecchia.

E' stato scelto come idoneo al posizionamento dei due laboratori mobili e della cabina SITAF il seguente sito:

*Piazzale uffici SITAF - Susa.*

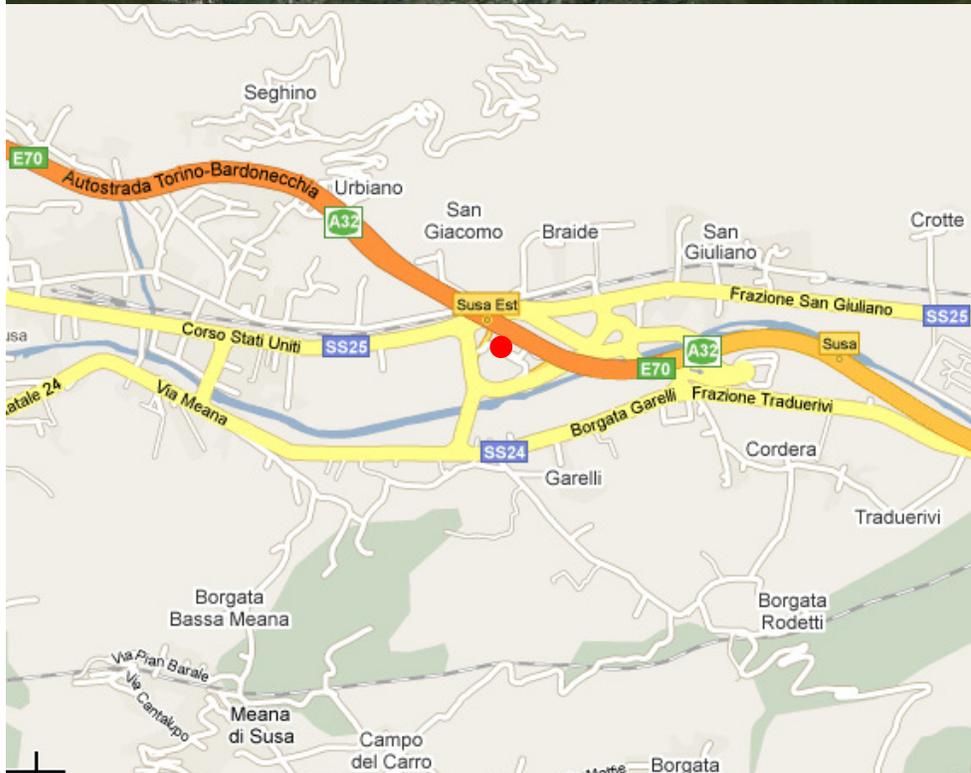
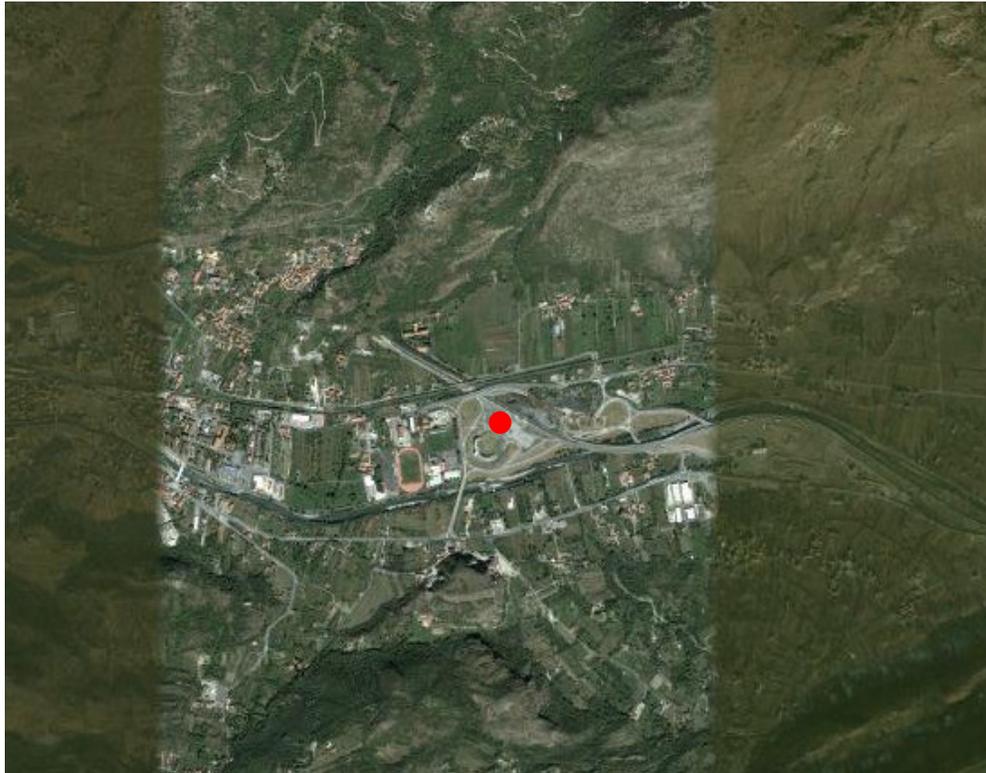
In Figura 1 è riportata sulla cartografia del Comune di Susa l'indicazione del sito nel quale sono stati posti i due Laboratori Mobili e la cabina SITAF nel corso della campagna di confronto.

La campagna è stata condotta tra il **15 settembre e il 17 dicembre 2009** .

In tale periodo sono stati effettuati interventi manutentivi e di calibrazione ; in particolare la cabina armadio SITAF è stata sottoposta a numerosi interventi tecnici , in conseguenza dei quali vi è stato un fermo degli strumenti per un periodo di 37 giorni durante i quali non vi è stata produzione di dati.

Le elaborazioni nel seguito sono quindi riferite, per ogni strumento, ai periodi in cui la strumentazione era in stato di efficienza e risultano disponibili i dati completi

Figura 1: ● = Postazione di monitoraggio



## Confronto dati laboratorio mobile ARPA – Laboratorio mobile MUSINET

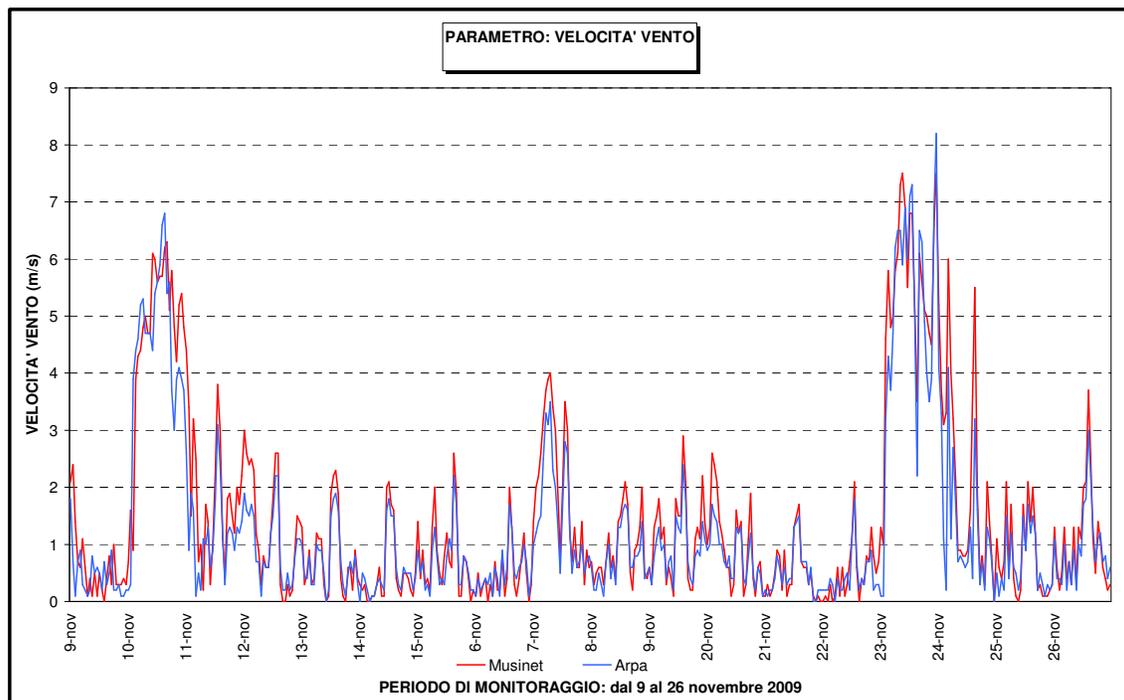
Il confronto dei dati prodotti dagli analizzatori dei parametri chimici e dai sensori meteorologici dei due laboratori mobili ha avuto un esito positivo dopo alcune calibrazioni su vari strumenti, permane ancora un non perfetto allineamento dei dati riguardante i parametri anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e monossido di carbonio (CO) dovuta alle basse concentrazioni misurate (al limite della sensibilità strumentale) che rendono problematica la comparazione in quanto in tale intervallo le misure sono per loro natura associate a una elevata incertezza . Si tratta comunque di intervalli di valori molto inferiori, per entrambi gli inquinanti, ai valori limite di legge, per cui tal problematica non pregiudica lo sviluppo del progetto .

Per quanto riguarda il PM10 nefelometro non si è potuto confrontare i dati essendo sprovvisto il laboratorio mobile Arpa di uno strumento che produce le medie orarie per questo parametro. Si è proceduto quindi al confronto con l'analizzatore TEOM di Torino via della Consolata che fornisce medie orarie di PM10. Data la diversa ubicazione dei due sensori, tale confronto ha un valore puramente indicativo.

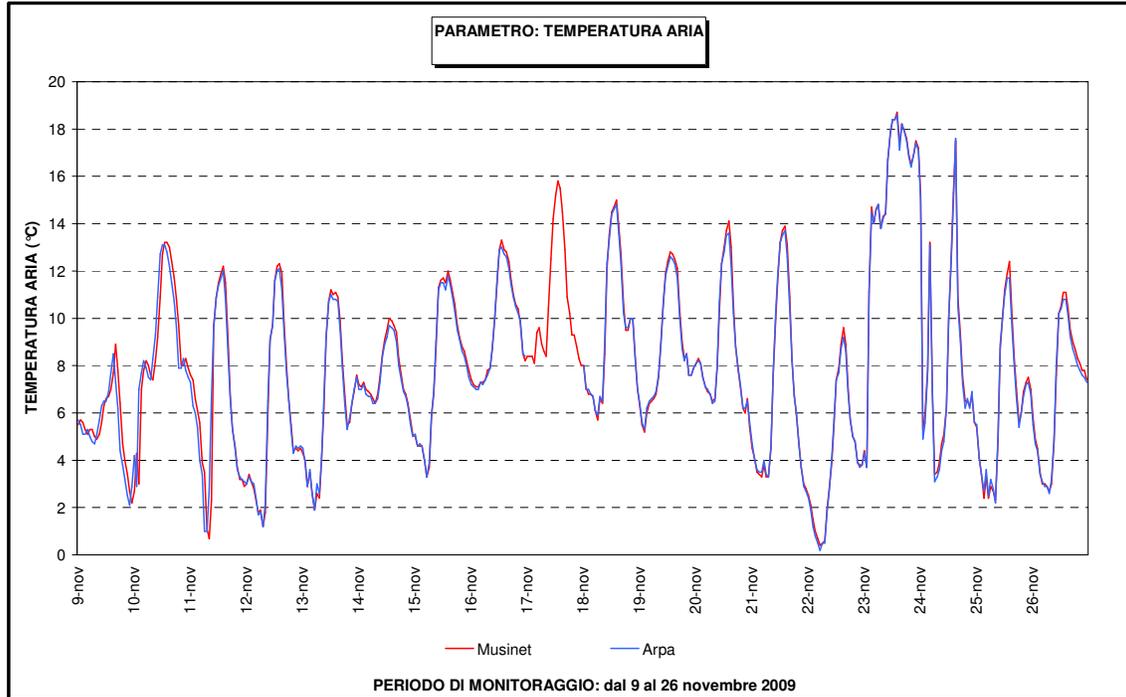
Il confronto delle medie giornaliere del PM10 Musinet con i dati della centralina di Susa e con i dati del laboratorio mobile Arpa indica una sovrastima del parametro di qualche microgrammo al metro cubo, si è quindi provveduto ad un ulteriore confronto dei dati di PM 10 gravimetrico del laboratorio Musinet con la cabina di Susa nel mese di marzo, dall'analisi dei dati di marzo si evidenzia un allineamento delle due serie di dati.

Qui di seguito sono mostrati i diagrammi riguardanti il confronto dei parametri chimici e meteorologici.

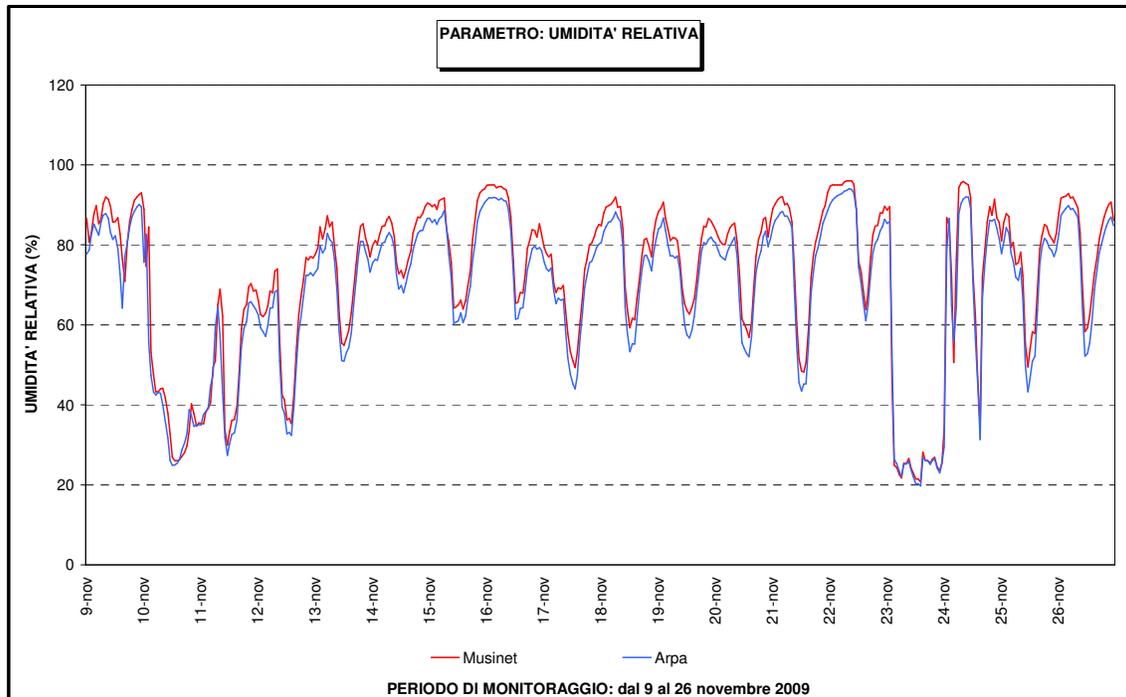
**Figura 2:** Velocità vento



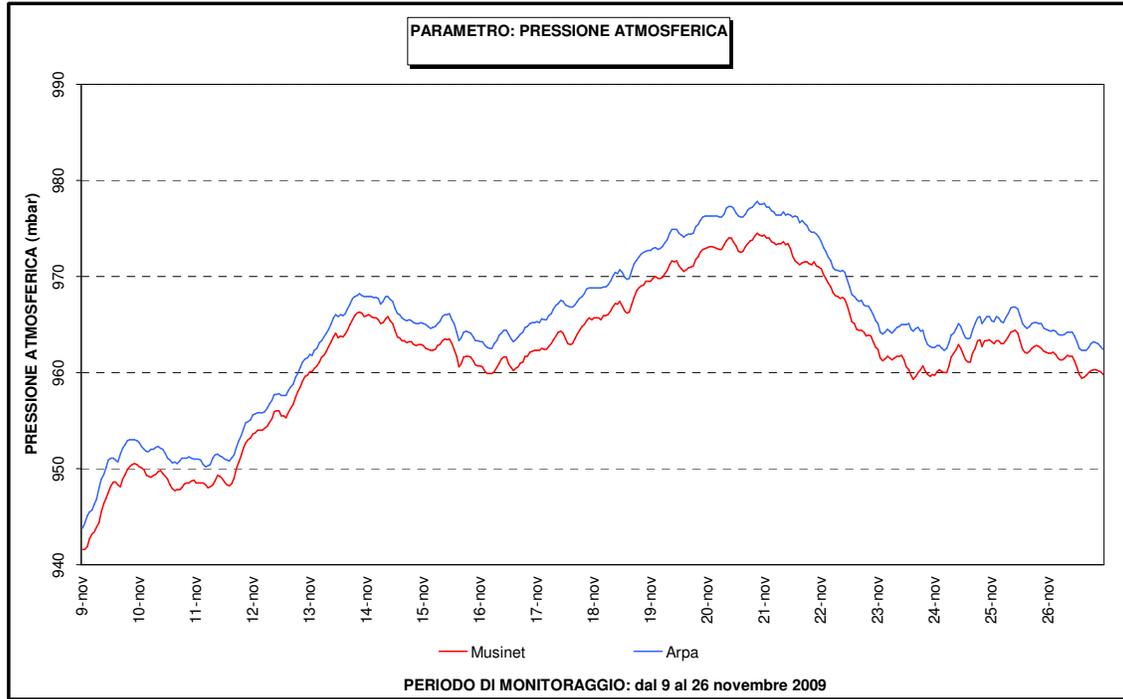
**Figura 3: Temperatura aria**



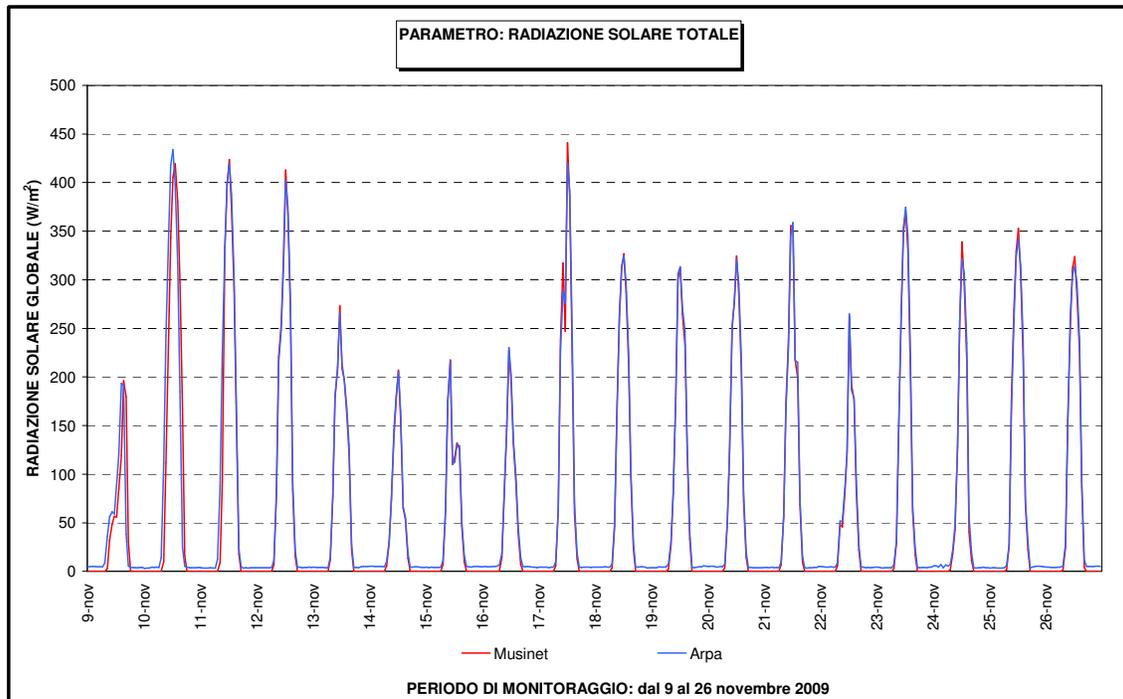
**Figura 4: Umidità relativa**



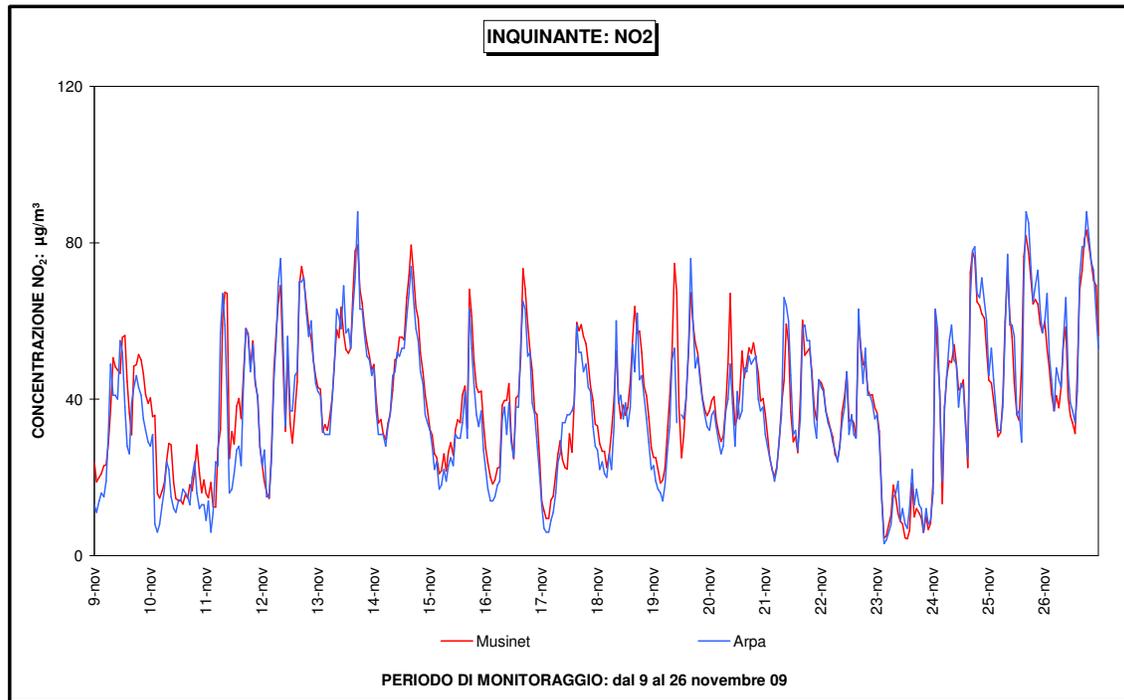
**Figura 5:** Pressione atmosferica



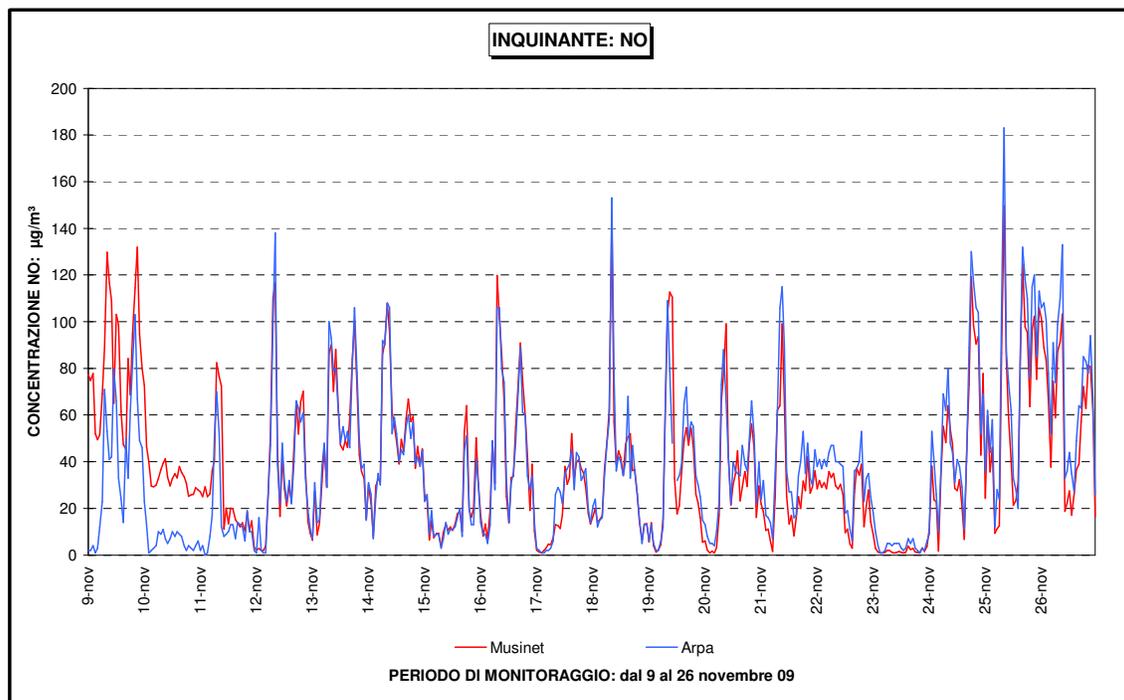
**Figura 6:** Radiazione solare globale



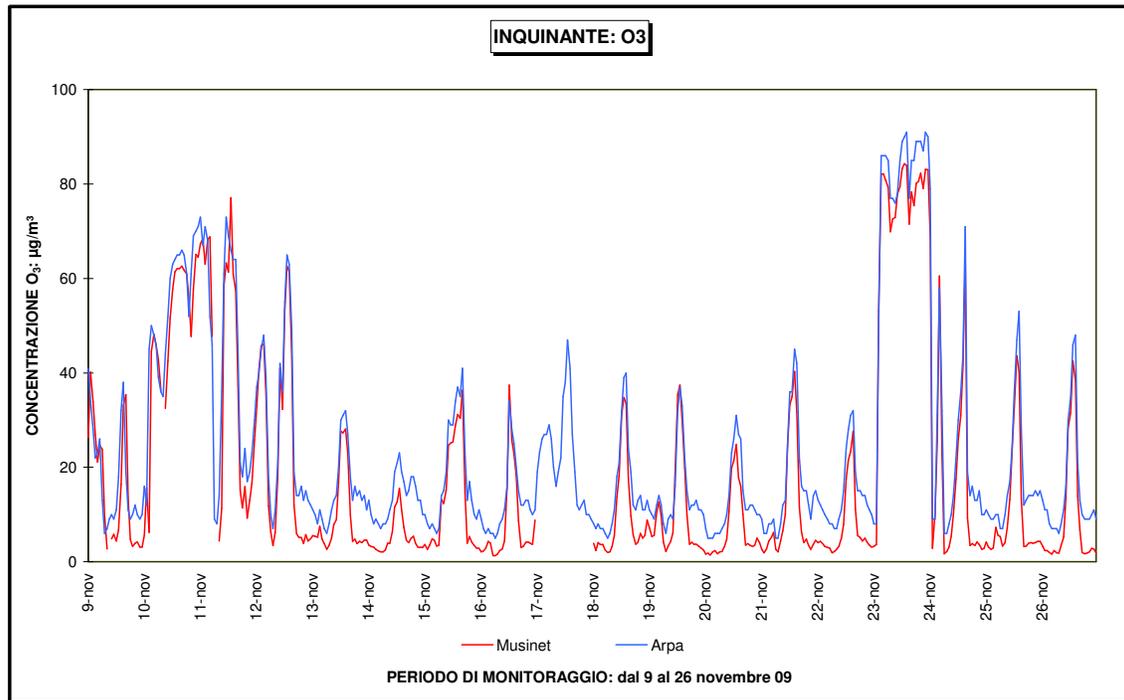
**Figura 7:** Biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>)



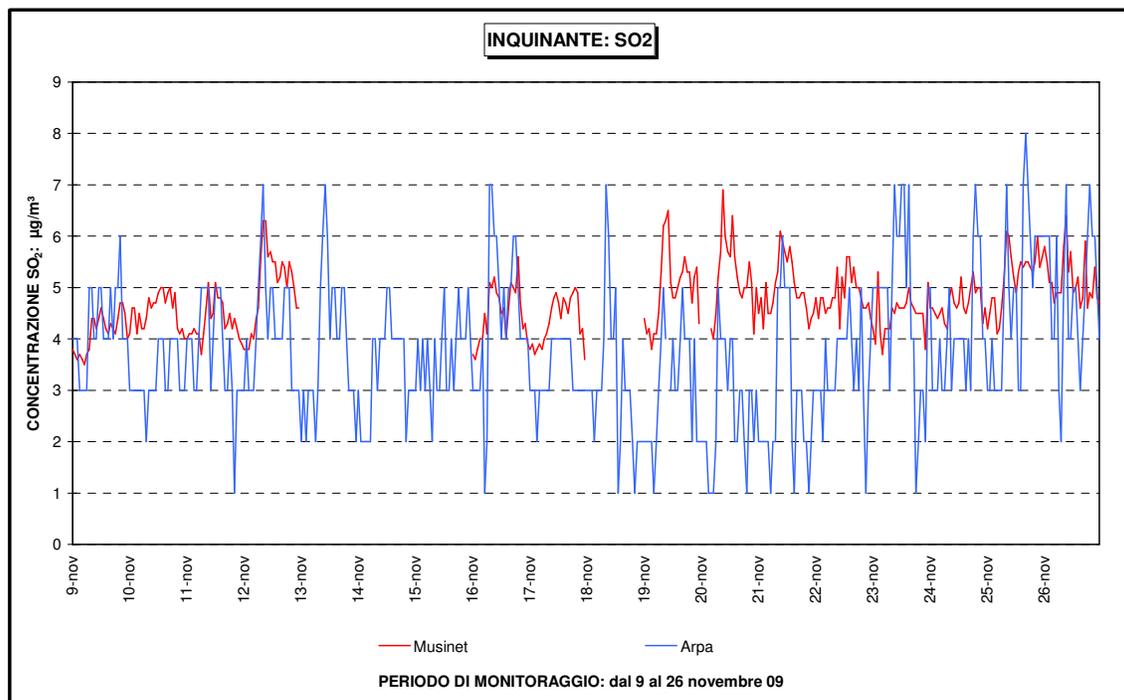
**Figura 8:** Monossido d'azoto (NO)



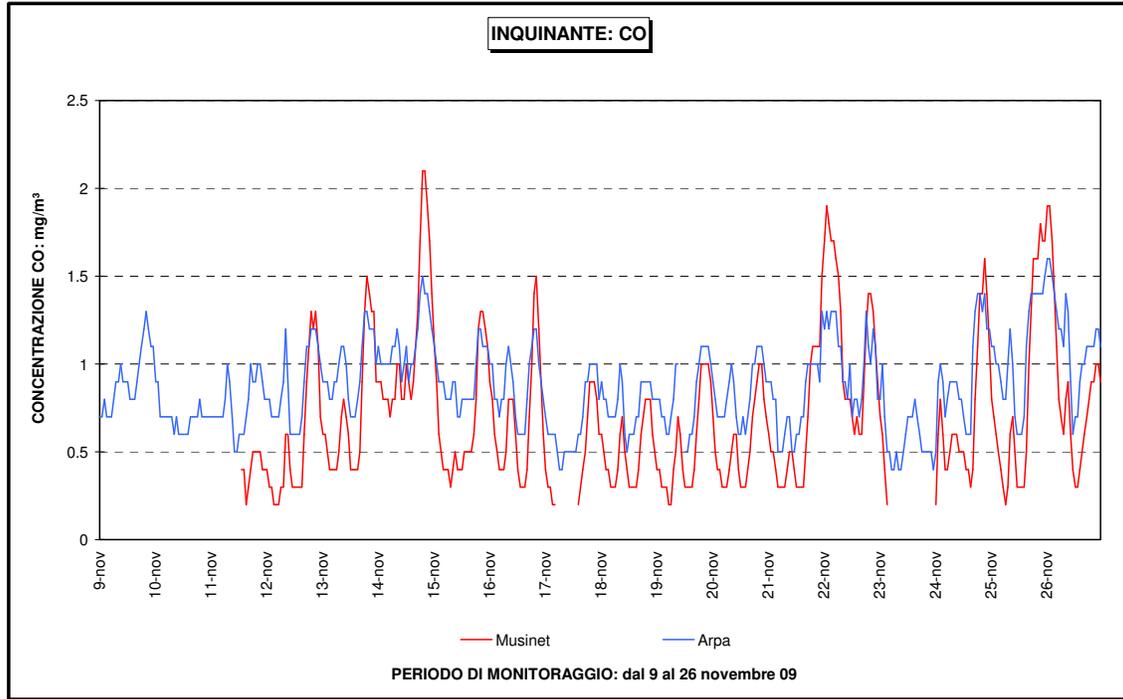
**Figura 9:Ozono (O<sub>3</sub>)**



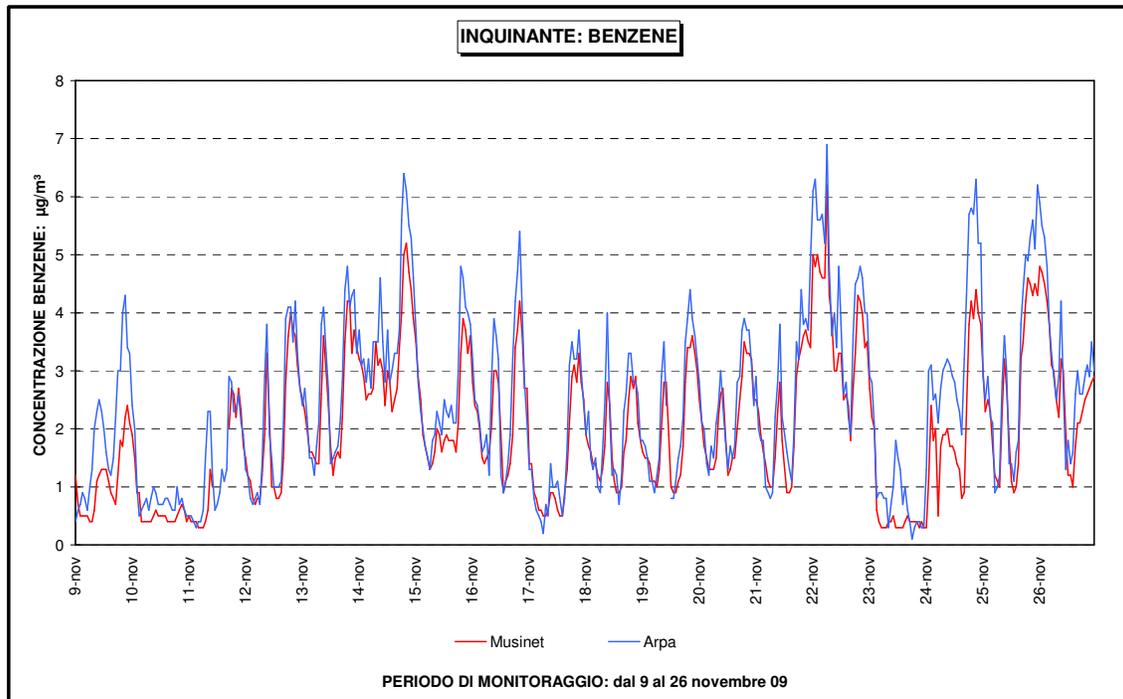
**Figura 10:Anidride solforosa (SO<sub>2</sub>)**



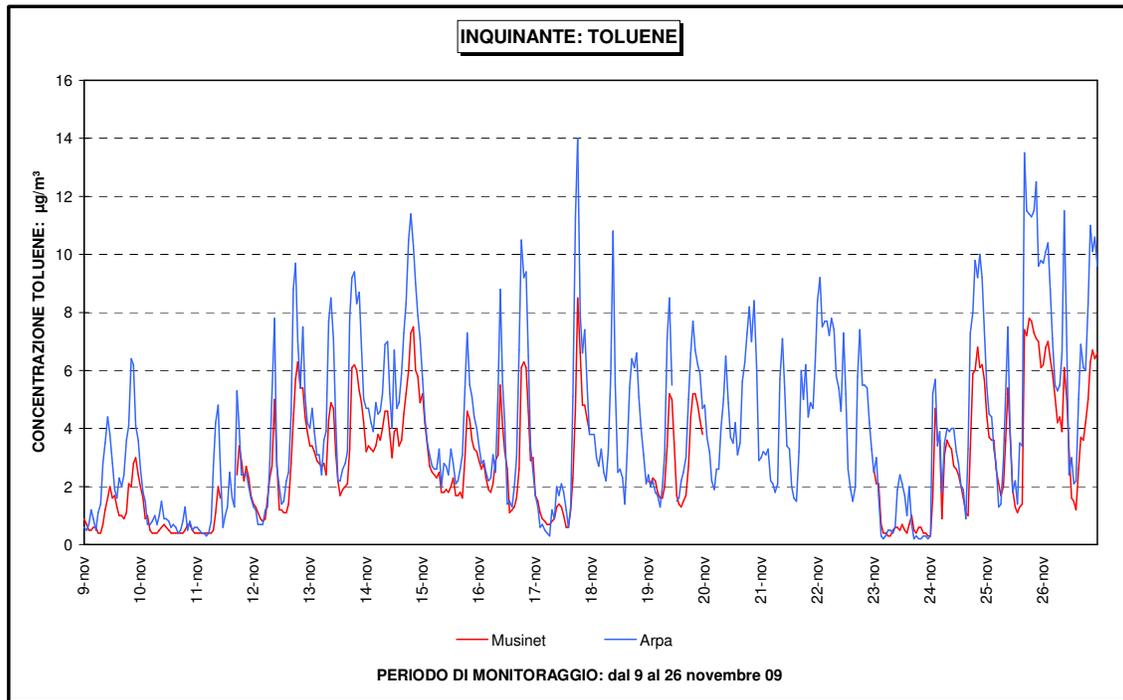
**Figura 11:** Monossido di carbonio (CO)



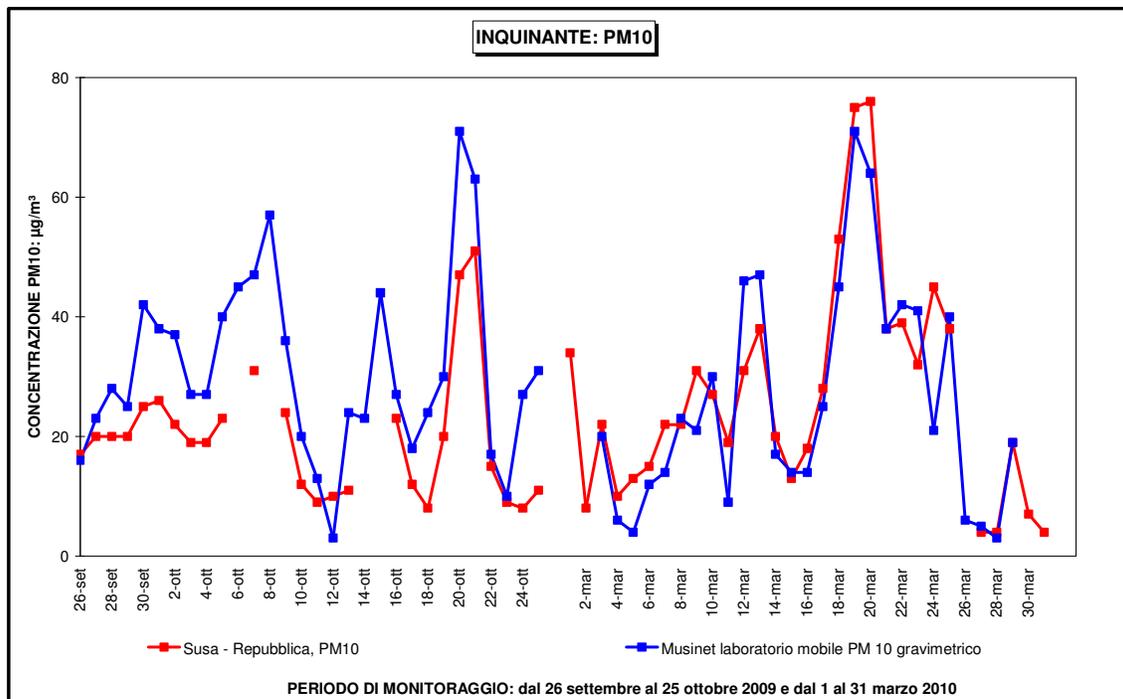
**Figura 12:** Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)



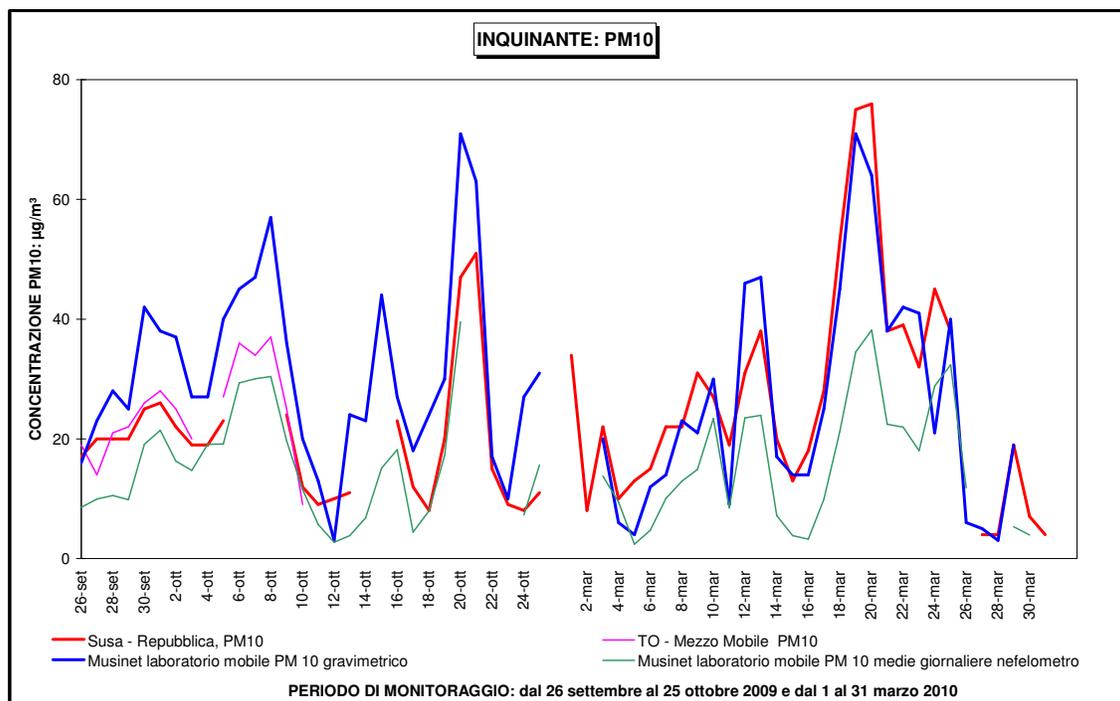
**Figura 13:**Toluene (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub>)



**Figura 14:**PM10 gravimetrico medie giornaliere confronto con la cabina di Susa



**Figura 15:** medie giornaliere PM10 nefelometro, PM10 gravimetrico confronto con la cabina di Susa e il laboratorio mobile Arpa.



### Confronto cabina armadio SITAF – laboratorio mobile ARPA

I dati prodotti dalla cabina SITAF mostrano una problematicità legata alla sensibilità dei sensori a strato spesso dei parametri chimici CO, NO<sub>2</sub> e benzene installati nell'unità multiparametrica ETL3000; i dati prodotti, infatti, confrontati con quelli del laboratorio mobile di Arpa indicano il non raggiungimento del massimo valore giornaliero e del minimo valore giornaliero raggiunto invece dagli strumenti del laboratorio mobile Arpa.; dopo un primo periodo d'osservazione lo strumento è stato ritirato dalla ditta addetta alla manutenzione e sottoposto ad una calibrazione dei sensori; il confronto è quindi riferito al periodo successivo a tale intervento.

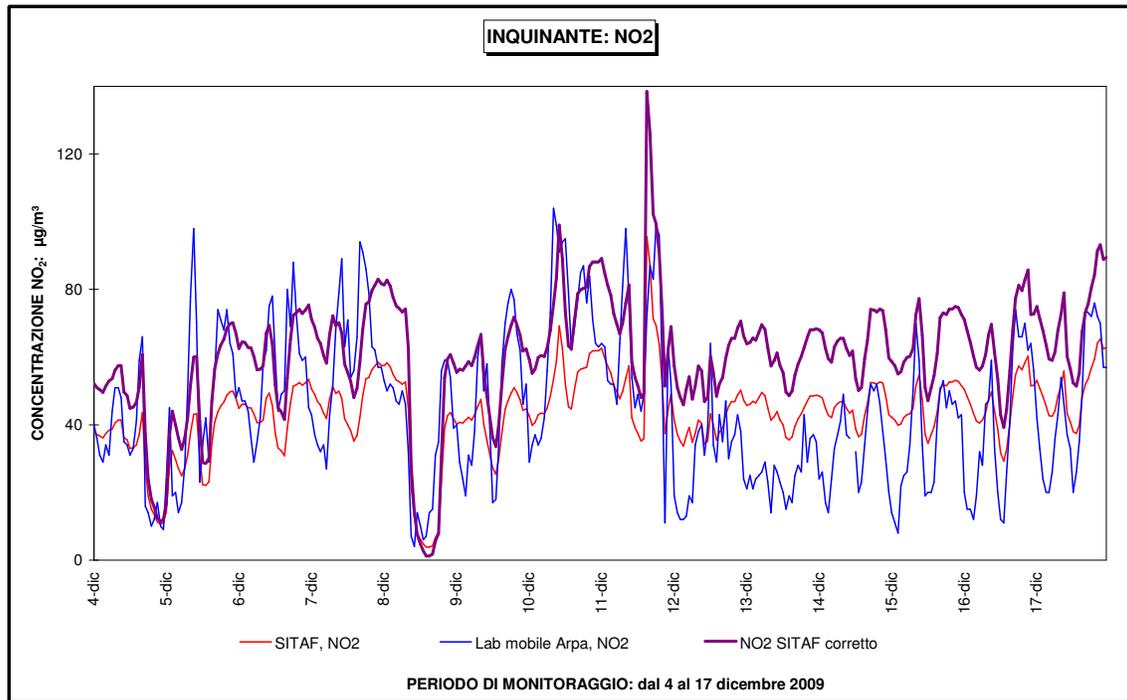
Allo scopo di verificare se è possibile individuare un algoritmo correttivo atto ad allineare i dati prodotti dall'ETL 3000 con quelli prodotti dal laboratorio mobile Arpa è stata condotta una analisi dei dati delle coppie di valori orarie fornite dal sensore a film spesso e dall'analogo strumento fotometrico installato sul laboratorio mobile Arpa con grafici a dispersione x, y .

I valori sull'asse x rappresentano le medie orarie o le medie giornaliere della cabina armadio SITAF, mentre i valori sull'asse y corrispondono a quelli del laboratorio mobile Arpa, che sono prodotti da strumentazione conforme alle specifiche previste dalla normativa vigente.

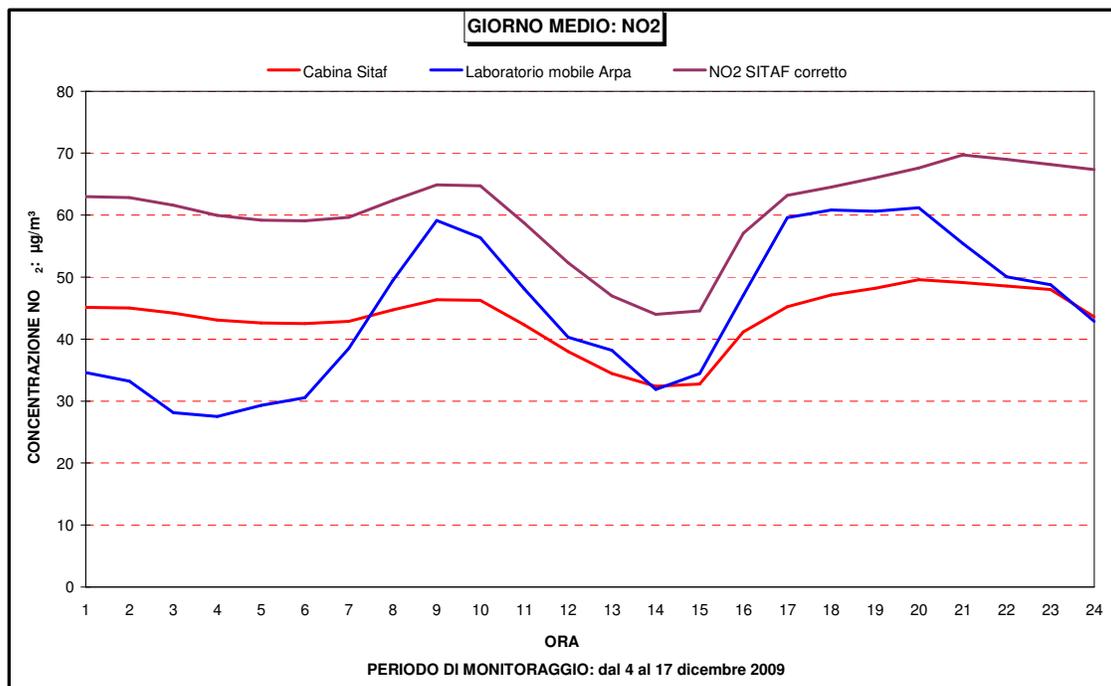
Con questo procedimento si è ottenuta una formula correttiva che applicata ai dati della cabina armadio è visualizzata nei grafici con la curva SITAF corretto.

Di seguito i diagrammi concernenti, il periodo dal 4 al 17 dicembre 2009, corrispondente a quello successivo all'ultimo intervento di calibrazione della strumentazione presente nella cabina armadio

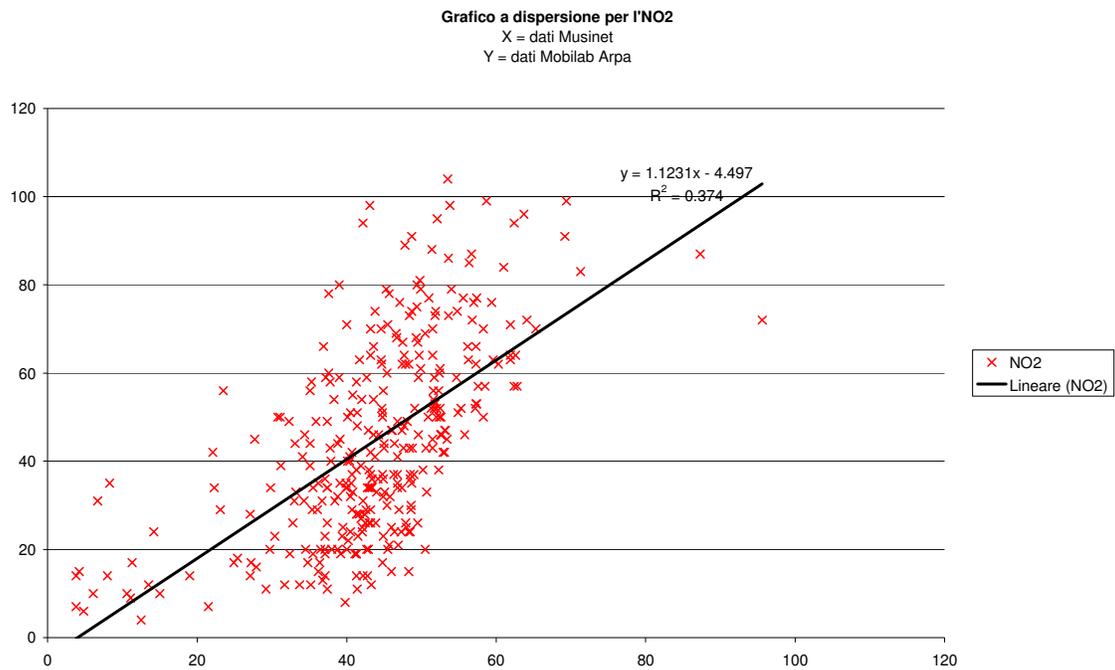
**Figura 16:**NO<sub>2</sub> medie orarie



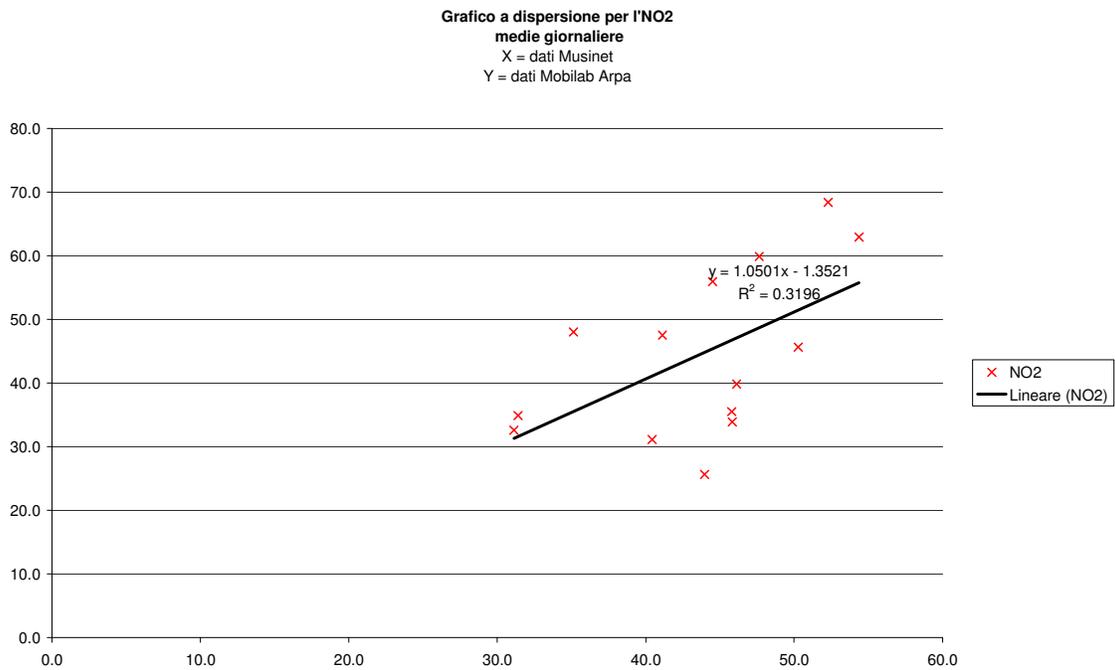
**Figura 17:**NO<sub>2</sub> giorno medio



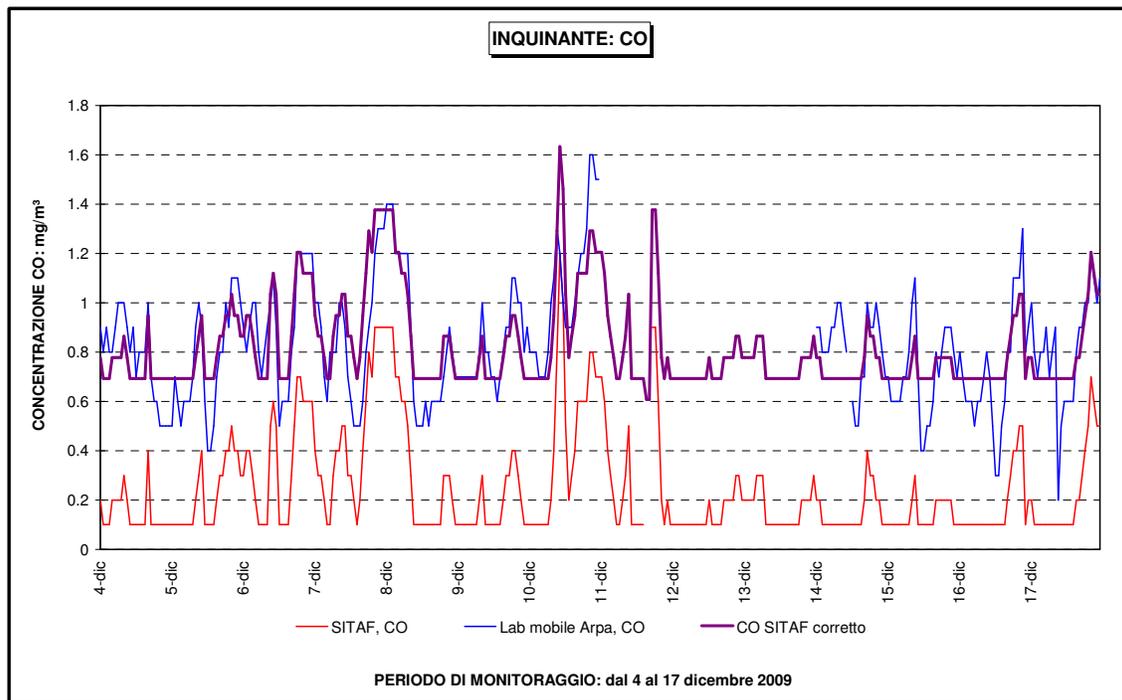
**Figura 18:** grafico a dispersione x,y per l'NO<sub>2</sub> medie orarie, R<sup>2</sup> =0,374



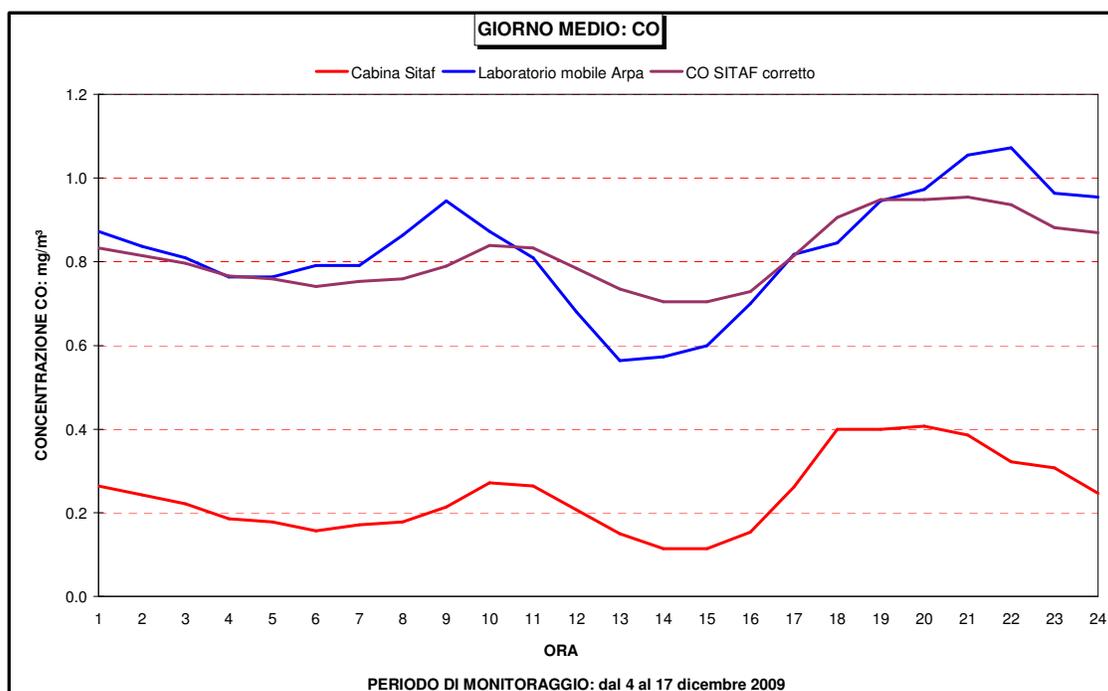
**Figura 19:** grafico a dispersione x,y per l'NO<sub>2</sub> medie giornaliere, R<sup>2</sup> =0,3196



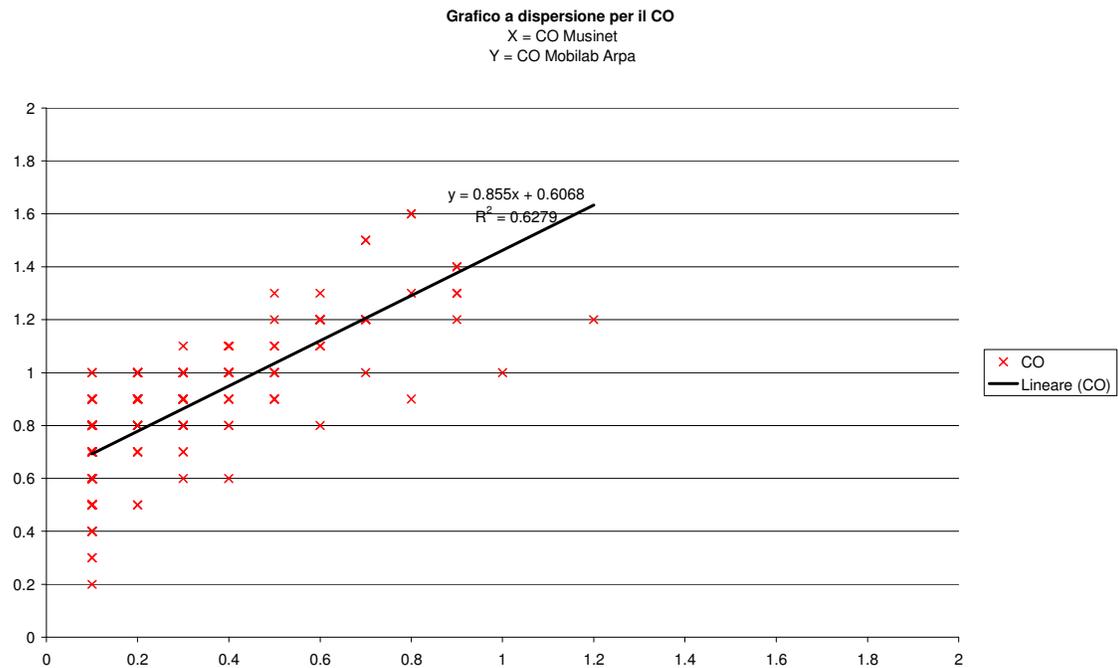
**Figura 20:** CO medie orarie



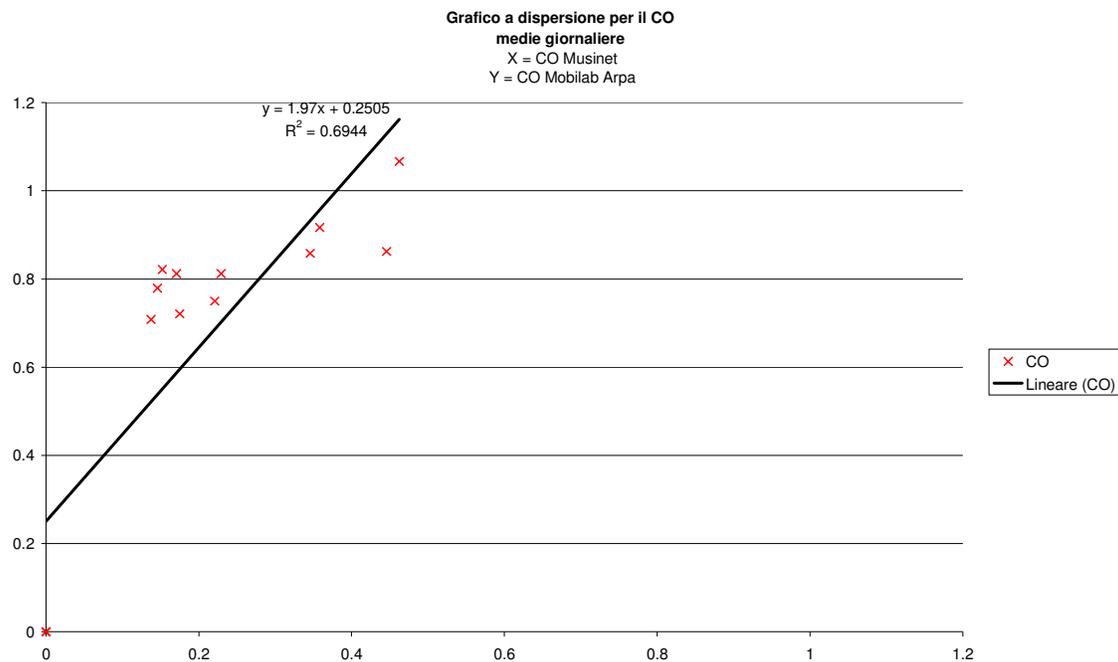
**Figura 21:** CO giorno medio



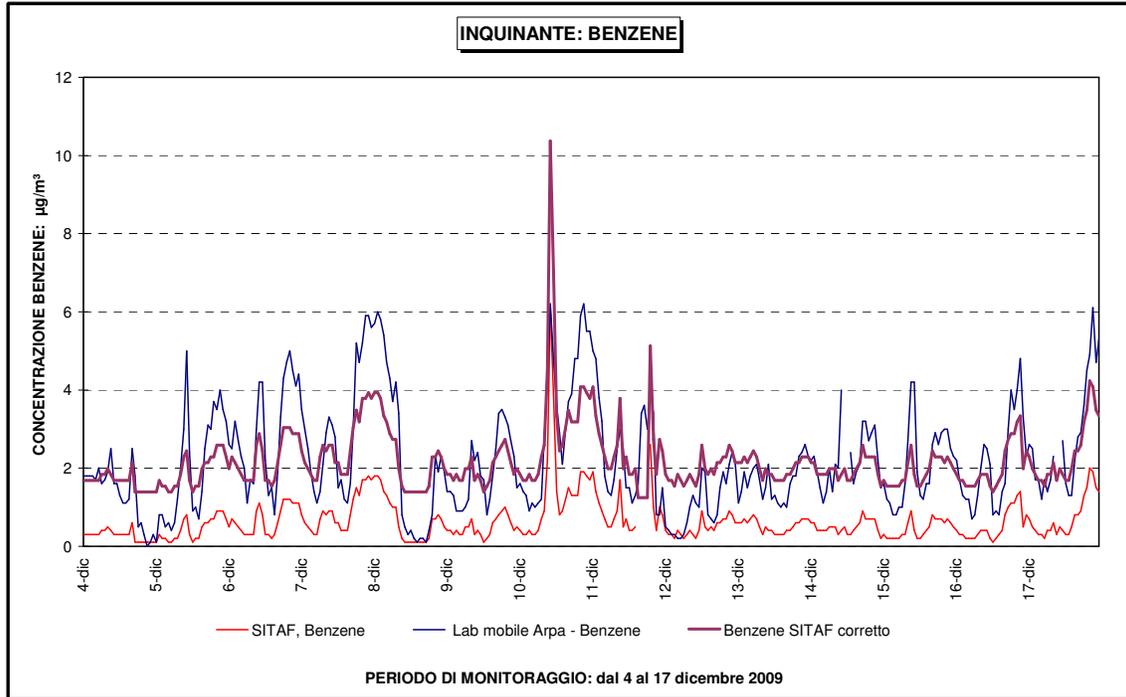
**Figura 22:** grafico a dispersione x,y per CO medie orarie,  $R^2 = 0,6279$



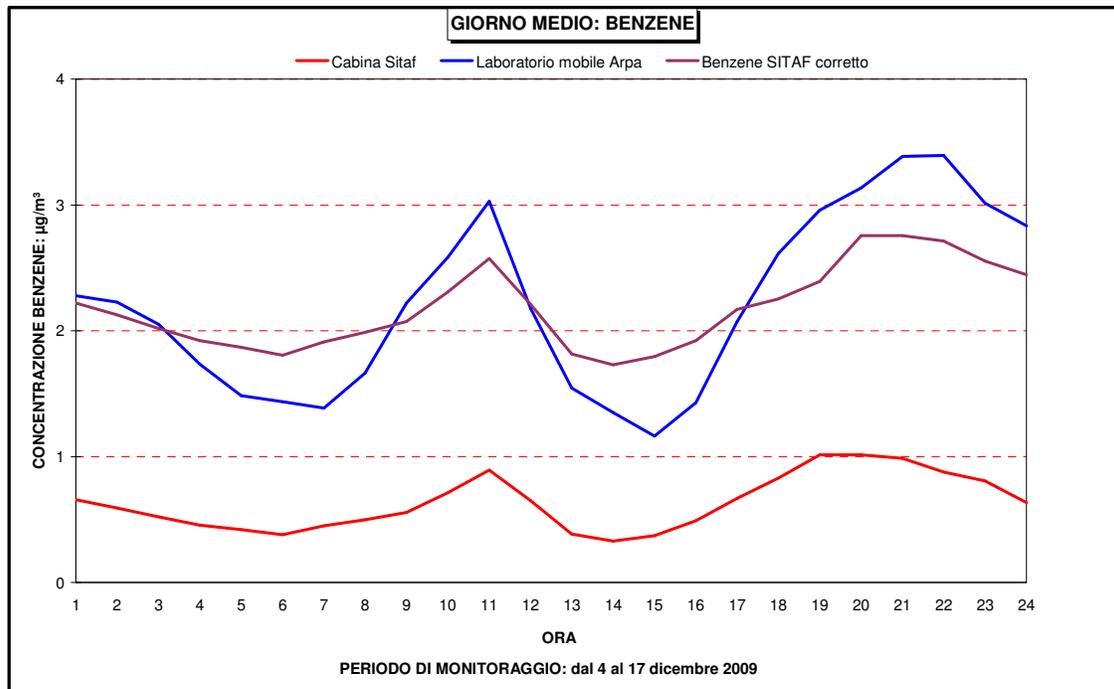
**Figura 23:** grafico a dispersione x,y per CO medie giornaliere,  $R^2 = 0,6944$



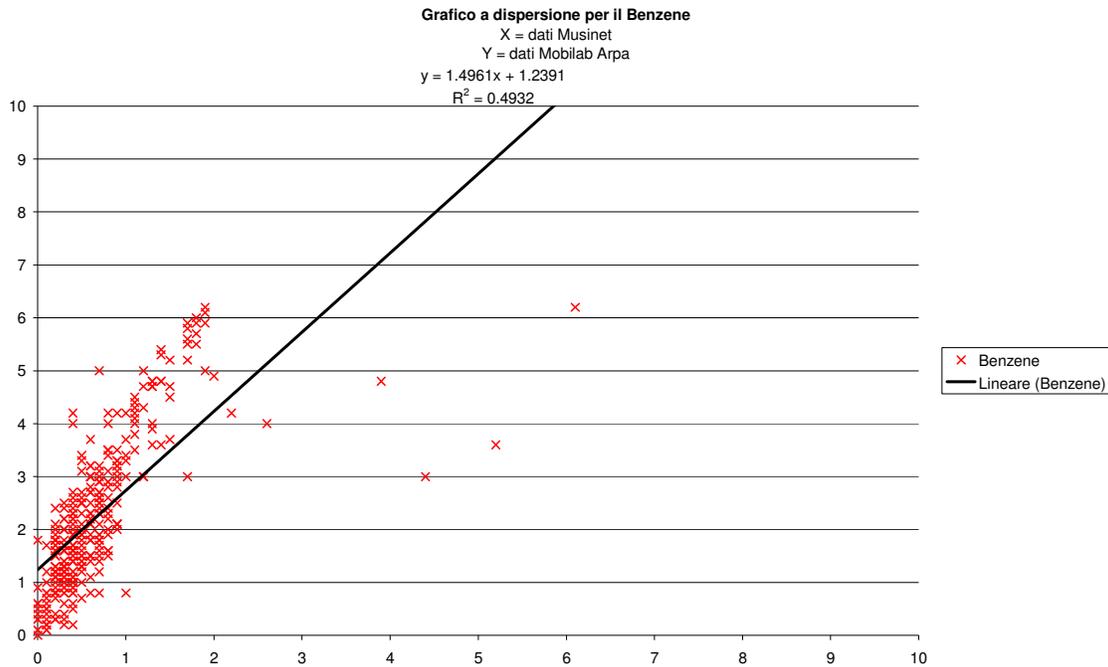
**Figura 24:** Benzene, medie orarie



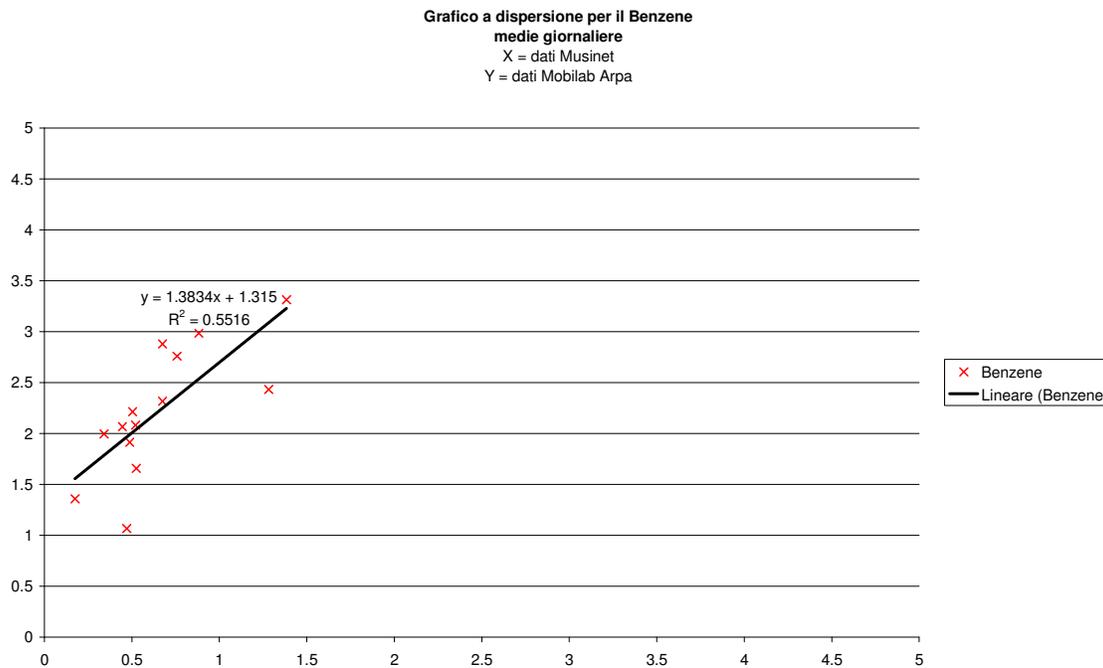
**Figura 25:** Benzene, giorno medio



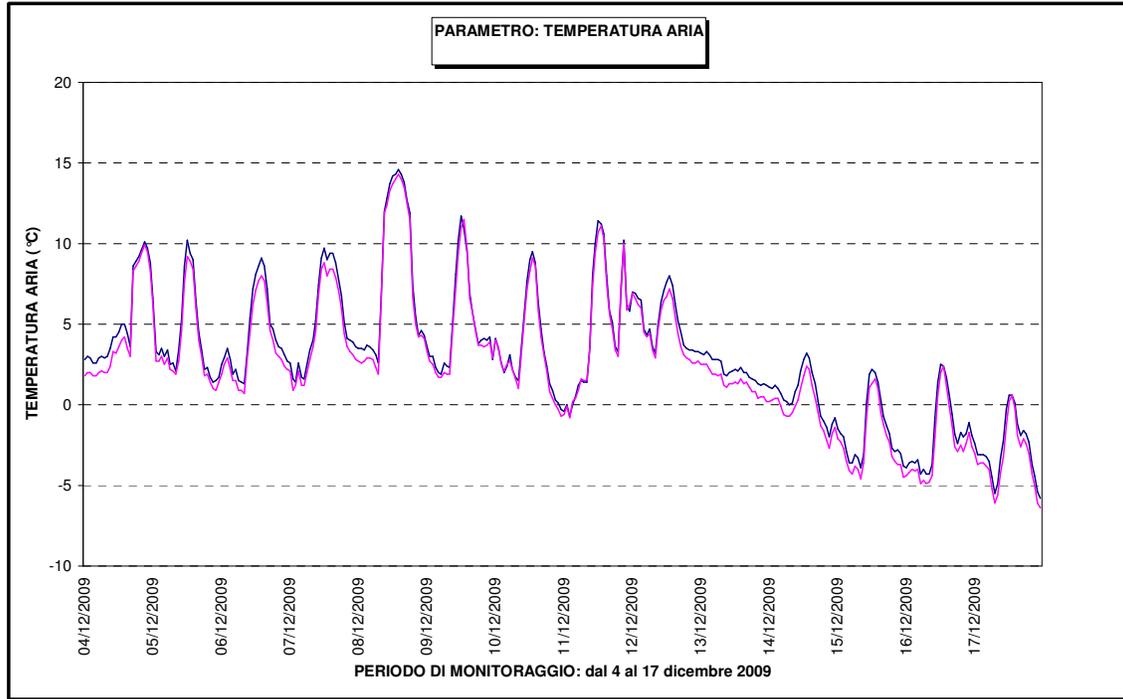
**Figura 26:** grafico a dispersione x,y per benzene medie orarie,  $R^2 = 0,4932$



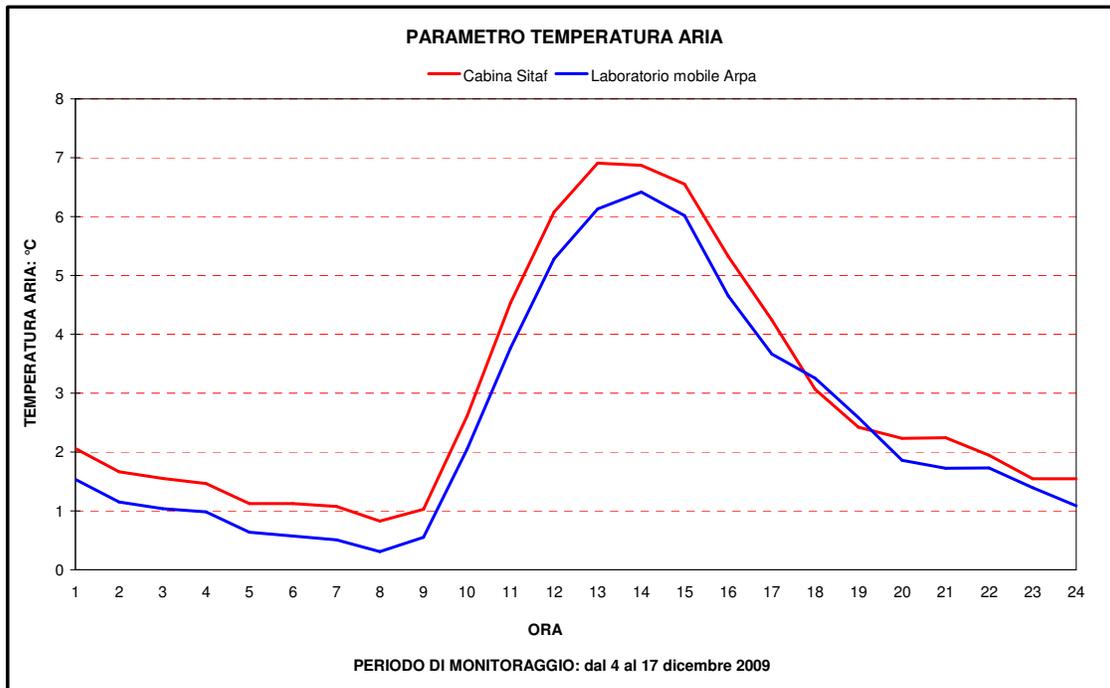
**Figura 27:** grafico a dispersione x,y per benzene medie giornaliere,  $R^2 = 0,5515$



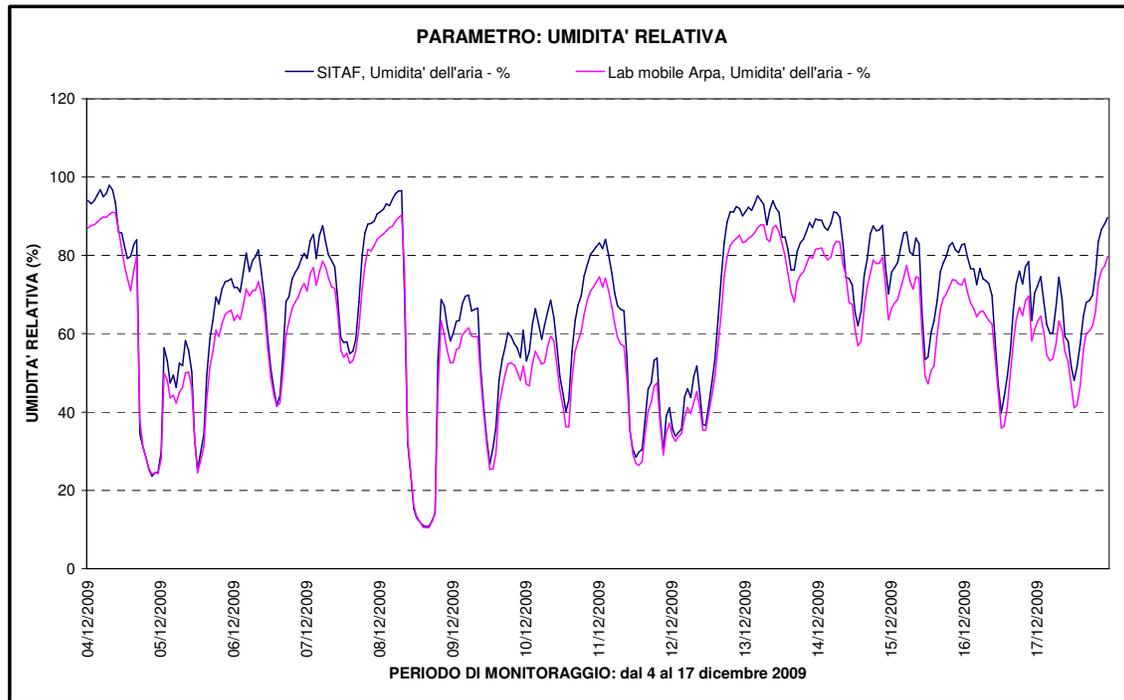
**Figura 28:** Temperatura aria medie orarie



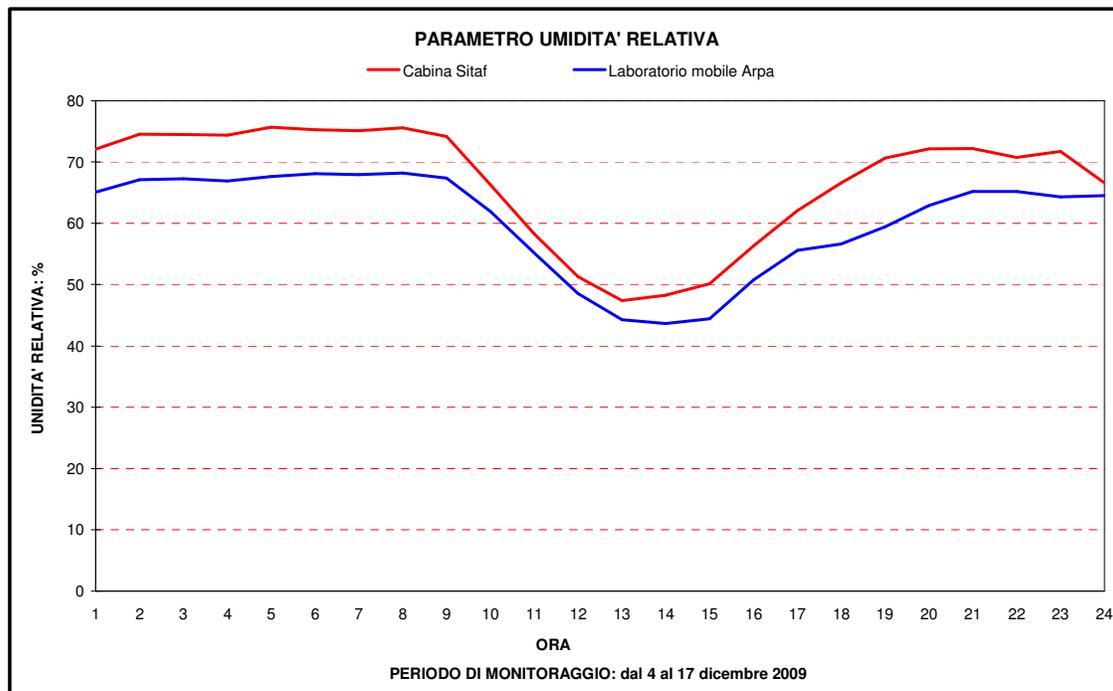
**Figura 29:** Temperatura aria giorno medio



**Figura 30:**Umidità relativa medie orarie



**Figura 31:**Umidità relativa giorno medio



### ***Confronto tra i laboratori mobili***

Il confronto dei valori orari dei due laboratori mobili ha evidenziato che, per tutti i parametri chimici (ad eccezione del nefelometro per il quale non era possibile un confronto) i dati non presentano differenze significative dal punto di vista statistico e possono quindi essere considerati confrontabili in relazione agli scopi del progetto.

Per quanto riguarda le medie giornaliere di PM 10 nel periodo di interconfronto si è evidenziata (figura 15. parte sinistra) una sovrastima dei dati del laboratorio Musinet nei confronti dei dati sia del laboratorio mobile Arpa che della cabina fissa di Susa (i quali invece risultano allineati tra loro).

Per verificare se tale sovrastima fosse dovuta o meno alle procedure di messa a punto della strumentazione, è stato effettuato un confronto dei dati di PM10 gravimetrico del laboratorio Musinet con la cabina di Susa nel mese di marzo 2010, durante il quale il laboratorio Musinet si trovava nello stesso sito utilizzato per l'interconfronto. Dall'analisi dei dati di marzo si evidenzia un allineamento delle due serie di dati (figura 15. parte destra)

Alcuni parametri meteorologici presentano differenze sistematiche di lieve entità e quindi tali da non inficiare gli obiettivi del progetto

### ***Confronto tra il laboratorio mobile Arpa e la cabina armadio***

Il confronto dei dati prodotti dalla cabina armadio SITAF e dal laboratorio mobile ARPA ha evidenziato un non allineamento dei dati orari, dovuto alla diversa risposta dei sensori a film spesso rispetto agli analizzatori conformi alla normativa utilizzati per il rilevamento della qualità dell'aria installati sul laboratorio mobile ARPA. Si evidenzia quindi la necessità di un trattamento dei dati nel corso delle campagne che tenga conto di tale situazione, come descritto in dettaglio nel seguito

#### **Biossido di azoto**

I dati prodotti dal sensore a film spesso installato nell'unità multiparametrica ETL3000 evidenziano, se confrontati con l'analizzatore installato sul laboratorio mobile Arpa, il non raggiungimento dei picchi massimi orari nel corso della giornata e valori di fondo superiori ai minimi giornalieri (Fig. 16 e 17). La serie di dati prodotta dall'ETL3000 evidenzia inoltre, sia a livello di medie orarie (Fig. 18) che di medie giornaliere (Fig. 19), una debole correlazione con quella prodotta dal laboratorio mobile Arpa; di conseguenza anche le medie orarie calcolate sulla base dell'equazione di Fig. 18 e riportate con la dizione "NO2 SITAF corretto" in Fig 16 non risultano allineate con i dati del laboratorio mobile Arpa.

Un allineamento corretto si verifica solo a livello di media per l'intero periodo (4-17 dicembre), che risulta pari a  $43,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la cabina SITAF contro un valore di  $44,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il laboratorio Arpa. Effettuando un test di confronto del tipo t di Student al 99% di livello di confidenza le due medie in effetti non presentano differenze statisticamente significative.

Nel caso del biossido di azoto si provvederà quindi nel corso del progetto ad effettuare il confronto tra il sito di ubicazione del laboratorio mobile e quello di ubicazione della cabina armadio unicamente a livello di medie mensili.

### **Benzene**

I dati prodotti dal sensore a film spesso installato nell'unità multiparametrica ETL3000 evidenziano, se confrontati con l'analizzatore installato sul laboratorio mobile Arpa, una generale sottostima (Fig. 24 e 25). La serie di dati prodotta dall'ETL3000 evidenzia inoltre, sia a livello di medie orarie (Fig. 26) che di medie giornaliere (Fig. 27), una modesta correlazione con quella prodotta dal laboratorio mobile Arpa; le medie orarie calcolate sulla base dell'equazione di Fig. 26 e riportate con la dizione "Benzene SITAF corretto" in Fig 24 non risultano allineate con i dati del laboratorio mobile Arpa. Effettuando la stessa correzione a livello di media dell'intero periodo (4-17 dicembre), invece, si ottiene un valore di  $2.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contro  $2.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del laboratorio mobile Arpa. Eseguendo un test di confronto del tipo t di Student al 99% di livello di confidenza le due medie in questione in effetti non presentano differenze statisticamente significative.

Nel caso del benzene si provvederà quindi nel corso del progetto ad effettuare il confronto tra il sito di ubicazione del laboratorio mobile e quello di ubicazione della cabina armadio unicamente a livello di medie mensili, effettuando una correzione del dato rilevato dall'ETL 3000 mediante la formula  $Media\ periodo\ corretta = (media\ periodo\ originaria) \times 1.4961 + 1.2391$  (vedi Figura 26)

### **Monossido di carbonio**

I dati prodotti dal sensore a film spesso installato nell'unità multiparametrica ETL3000 evidenziano, se confrontati con l'analizzatore installato sul laboratorio mobile Arpa, una generale sottostima (Fig. 20 e 21). La serie di dati prodotta dall'ETL3000 evidenzia inoltre, sia a livello di medie orarie (Fig. 22) che di medie giornaliere (Fig. 23), una modesta correlazione con quella prodotta dal laboratorio mobile Arpa; le medie orarie calcolate sulla base dell'equazione di Fig. 22 e riportate con la dizione "CO SITAF corretto" in Fig 20 non risultano allineate con i dati del laboratorio mobile Arpa. Effettuando la stessa correzione a livello di media dell'intero periodo (4-17 dicembre), invece, si ottiene un valore di  $0.82 \text{mg}/\text{m}^3$  contro  $0.83 \text{mg}/\text{m}^3$  del laboratorio mobile Arpa. Effettuando un test di confronto del tipo t di Student al 99% di livello di confidenza le due medie in questione in effetti non presentano differenze statisticamente significative.

Nel caso del monossido di carbonio si provvederà quindi nel corso del progetto ad effettuare il confronto tra il sito di ubicazione del laboratorio mobile e quello di ubicazione della cabina armadio unicamente a livello di medie mensili, effettuando una correzione del dato rilevato dall'ETL 3000 mediante la formula  $Media\ periodo\ corretta = (media\ periodo\ originaria) \times 0.855 + 0.6068$  (vedi figura 22)

## APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI LABORATORIO MOBILE ARPA

• **Biossido di zolfo** **API 100E**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

• **Ossidi di azoto** **API 200E**

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 1000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: <0.04 ppb.

• **Ozono** **MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• **Monossido di carbonio** **API A300**

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

• **Particolato sospeso PM10** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

• **Stazione meteorologica** **LASTEM**

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.

• **Benzene, Toluene, Xileni** **SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione).

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura xileni: 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura etilbenzene: 0 ÷ 441 µg/m<sup>3</sup>

• **Biossido di zolfo**

**Monitor Labs / Termo Electron**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 10000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 0.5 ppb.

• **Ossidi di azoto**

**MONITOR EUROPE ML 9841**

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: <0.5 ppb.

• **Ozono**

**MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• **Monossido di carbonio**

**MONITOR EUROPE ML 9830**

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

• **Particolato sospeso PM10**

**UNITEC LSPM 10 – TCR TECORA SENTINEL**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analizzatore in continuo di polveri fini con principio di misura ottico a nefelometria ortogonale.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 µg/m<sup>3</sup>;

• **Stazione meteorologica**

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare e quantità di pioggia.

• **Benzene, Toluene, o-Xilene**

**ORION BTX 2000**

Gas Cromatografo con sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione).

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura o - xilene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;

• **Idrocarburi Policiclici Aromatici** **ECOCHM PAS2000**

Analizzatore in continuo degli IPA adsorbiti sul particolato fine, determinati tramite fotoionizzazione in ultravioletto per la misura delle concentrazioni nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: da 0 a 100 picroAmper – 0.3 ÷ 1 µg /m<sup>3</sup>; per picroAmper
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 3 ng /m<sup>3</sup>

• **NO<sub>2</sub>, Benzene, CO, Rumore, Temperatura e Umidità Relativa** **UNITEC ETL 3000**

Analizzatore in continuo con sensori a film spesso di CO NO<sub>2</sub>, Benzene Rumore, Umidità Relativa e Temperatura nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura CO: 0 ÷ 100 mg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura NO<sub>2</sub>: 0 ÷ 500 µg/m<sup>3</sup>.
- ✓ Campo di misura Benzene: 0 ÷ 100 µg/m<sup>3</sup>
- ✓ Campo di misura Rumore: 45÷120 db
- ✓ Temperatura: -30÷70 °C
- ✓ Umidità Relativa: 0÷100%

• **Particolato sospeso** **ANALIZZATORE GRIMM Dust monitor system 365**

Campionatore di particolato sospeso PM<sub>10</sub>; PM 2.5 PM 1 campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10, 2.5 e 1 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analizzatore in continuo di polveri fini con principio di misura ottico a laser, conteggio del numero di particelle di 31 classi dimensionali da 0.25 a 32 µm