


| | | |
|---|---|----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 1 di 38 |

INDICE SEZIONE

B.3.3.0 PREMESSA

B.3.3.1 VERIFICHE PLURIENNALI (QAL2)

B.3.3.1.1 PROVA FUNZIONALE

B.3.3.1.2 MISURAZIONI PARALLELE CON UN SRM E DEFINIZIONE DELLA FUNZIONE DI TARATURA

B.3.3.1.3 CALCOLO DELLA VARIABILITA' E PROVA DI VARIABILITA'

B.3.3.1.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELLA TARATURA E CONVALIDA DEL SMCE (QAL2)

B.3.3.1.5 VERIFICA DELLA VALIDITA' DELLA FUNZIONE DI TARATURA

B.3.3.2 VERIFICHE PERIODICHE DEL SISTEMA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CONTINUO (QAL3)

B.3.3.3 VERIFICHE ANNUALI (AST)

B.3.3.3.1 PROVA FUNZIONALE

B.3.3.3.2 MISURAZIONI PARALLELE CON UN SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)

B.3.3.3.3 VALUTAZIONE DEI DATI

B.3.3.3.4 CALCOLO DELLA VARIABILITA', PROVA DI VARIABILITA' E VALIDITA' DELLA FUNZIONE TARATURA

B.3.3.3.5 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELL'AST

B.3.3.4 SCELTA DEI METODI E DEI LABORATORI DI PROVA

B.3.3.5 ALTRE VERIFICHE IN CAMPO


B.3.3.5.1 VERIFICA PERIODICA DELLA LINEA DI PRELIEVO E TRASPORTO DEL GAS CAMPIONE

B.3.3.5.2 DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI ACCURATEZZA RELATIVO (IAR)

B.3.3.5.3 VERIFICA DELLA RAPPRESENTATIVITA' DELLA SEZIONE DI PRELIEVO

B.3.3.6 ALLEGATI

| MATRICE DELLE REVISIONI DELLA SEZIONE | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|---|---|---|---|---|
| REVISIONE | DATA | DESCRIZIONE / SEGNALEZIONE TIPO MODIFICA | REDATTA UAS/ST | VERIFICATA RUAS | APPROVATA DT | CONDIVISA DRS |
| 00 | 26.10.2015 | Prima emissione |  |  |  |  |
| 01 | | | | | | |
| 02 | | | | | | |
| 03 | | | | | | |
| 04 | | | | | | |
| 05 | | | | | | |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 2 di 38 |

B.3.3.0 PREMESSA


Le verifiche effettuate sul SMCE, installato sul punto di emissione E06 relativo alla linea di cottura del clinker da cemento, in ottemperanza alla vigente normativa in materia, sono le seguenti:

- ❑ Verifiche pluriennali di taratura e convalida del SMCE (procedimento QAL2);
- ❑ Verifiche periodiche di funzionamento del SMCE (procedimento QAL3);
- ❑ Verifiche annuali (prova di sorveglianza annuale AST);
- ❑ Verifica periodica della tenuta del sistema di prelievo e trasporto del gas campione;
- ❑ Determinazione dell'Indice di Accuratezza Relativo (I_{AR}) per gli strumenti a misura diretta non soggetti al procedimento QAL2 di cui sopra (misuratori di portata, temperatura e pressione);
- ❑ Verifica della rappresentatività della sezione di prelievo.

Dette attività vengono effettuate, se necessario, dopo gli interventi di manutenzione straordinaria eseguiti a causa di guasto del SMCE o a seguito di modifiche sostanziali dell'assetto impiantistico e/o strumentale.

Nella tabella che segue sono riassunti gli interventi di verifica programmata del SMCE:

| <u>Strumentazione</u> | <u>Descrizione verifica</u> | <u>Frequenza verifica</u> | <u>Esecutore verifica</u> |
|---|--|---------------------------|---------------------------|
| Sistema di analisi ACF-NT (per NOx, SO ₂ , CO, HCl, NH ₃ , COT) | Taratura e convalida del SMCE (procedimento QAL 2) | Ogni 3 anni | Eco Chimica Romana |
| Sistema di analisi ACF-NT (per H ₂ O e O ₂) | Prova di variabilità del SMCE (procedimento QAL 2) | Ogni 3 anni | Eco Chimica Romana |
| Misuratore polveri | Taratura e convalida del SMCE (procedimento QAL 2) | Annuale | Eco Chimica Romana |
| Sistema di analisi ACF-NT (per NOx, SO ₂ , CO, HCl, NH ₃ , COT, H ₂ O e O ₂) | Prova di Sorveglianza annuale (AST) | Annuale | Eco Chimica Romana |
| Misuratore di portata | Determinazione dell'indice di accuratezza relativo (I_{AR}) | Annuale | Eco Chimica Romana |
| Misuratore di pressione | Determinazione dell'indice di accuratezza relativo (I_{AR}) | Annuale | Eco Chimica Romana |
| Misuratore di temperatura | Determinazione dell'indice di accuratezza relativo (I_{AR}) | Annuale | Eco Chimica Romana |
| Strumentazione SMCE | Verifica della rappresentatività della sezione di prelievo | Annuale | Eco Chimica Romana |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 3 di 38 |

| | | | |
|--|---|--------------------------|----------------------------------|
| Sistema di prelievo e trasporto del gas campione | Verifica periodica della tenuta | Semestrale | ABB |
| Misuratore polveri | Verifica validità Campo di Taratura | Settimanale | Software Wizcon, USA |
| Sistema di analisi ACF-NT (per NO _x , SO ₂ , CO, HCl, NH ₃ e COT) | Verifica validità Campo di Taratura | Settimanale | Software Wizcon, USA |
| Sistema di analisi ACF-NT (per NO, SO ₂ , HCl, CO, COT, NH ₃ , H ₂ O e O ₂) | Assicurazione della qualità in continuo durante il funzionamento (procedimento QAL 3) | Vedere paragrafo B.3.3.2 | Software SMEQUAL3, ABB, RMS, USA |

Il laboratorio Eco Chimica Romana, al quale sono affidate importanti verifiche del SMCE, è un laboratorio qualificato ed è accreditato secondo la normativa UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 (accreditamento ACCREDIA n° 0286).

Le procedure di assicurazione qualità secondo la normativa UNI EN 14181:2005 vengono implementate relativamente ai seguenti parametri:


- ☐ Polveri;
- ☐ NO_x;
- ☐ CO;
- ☐ SO₂;
- ☐ HCl;
- ☐ NH₃;
- ☐ COT
- ☐ O₂;
- ☐ H₂O.

La gestione dell'assicurazione qualità del SMCE viene condotta conformemente alla seguente normativa di riferimento:


- ☐ **UNI EN 14181:2005 (edizione italiana del 2007):** “Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici”.

Tale normativa europea definisce, al fine di stabilire i livelli di assicurazione qualità (QAL), i seguenti procedimenti:

- ☐ Un procedimento (**QAL 2**) per la taratura del SMCE (dalla normativa denominato AMS ovvero Automated Monitoring System) e per determinare la variabilità dei valori misurati ottenuti da esso, in modo da dimostrare l'idoneità del SMCE.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 4 di 38 |

- ❑ Un procedimento (**QAL 3**) per mantenere e dimostrare la qualità richiesta dei risultati di misurazione durante il normale funzionamento del SMCE, controllando che le caratteristiche di zero e span siano coerenti con quelle determinate durante **QAL 1**;
- ❑ Un procedimento per le prove di sorveglianza annuali (**AST**) dell'SMCE al fine di valutare che funzioni correttamente, che le sue prestazioni rimangano valide e che la sua funzione di taratura e variabilità rimanga come determinato tramite il procedimento QAL 2.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 5 di 38 |

B.3.3.1 VERIFICHE PLURIENNALI (QAL2)


Il procedimento QAL2, nella sua interezza, viene implementato per i parametri polveri, NO_x, CO, SO₂, HCl, COT e NH₃. Relativamente ai parametri O₂ e H₂O non viene calcolata la funzione di taratura ma viene effettuata, come richiesto dalla normativa, la prova di variabilità come descritto al par. della presente sezione B.3.3.1.3 del manuale.

Il procedimento di taratura e convalida del SMCE (procedimento QAL2) viene effettuato, ogni tre anni, da un laboratorio esterno qualificato e operante con un sistema di assicurazione della qualità accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura”. Relativamente al misuratore di polveri DURAG DR 300-40 tale procedimento viene effettuato con cadenza annuale dal momento che per tale strumentazione non è attuabile il procedimento QAL3: in tale modo inoltre si ottempera allo stesso tempo anche a quanto prescritto per gli SMCE dall'Allegato VI alla parte V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., dato che la strumentazione SMCE per la determinazione delle polveri è costituita da un analizzatore in continuo di tipo *in situ* a misura indiretta.

Il procedimento QAL2 viene ripetuto entro 6 mesi dal verificarsi di una delle seguenti condizioni:

- ❑ Variazione sostanziale delle condizioni operative dell'impianto che possa avere influenza sulle emissioni in atmosfera (variazione del sistema di abbattimento degli inquinanti, modifica del combustibile,...);
- ❑ In caso di riparazioni, a seguito di guasto, che influenzino in maniera significativa i risultati ottenuti (rif. Par. 6.1 della norma UNI EN 14181:2005) o sostituzione degli analizzatori. Le riparazioni che possono influenzare in maniera significativa i risultati ottenuti sono ad esempio la sostituzione del banco ottico e dell'interferometro relativamente alla strumentazione FT-IR del Sistema Analisi ACF-NT di ABB e la sostituzione dell'ottica relativamente al misuratore di polveri DURAG DR 300-40;
- ❑ Accertamento di una delle condizioni di cui al par. 6.5 della norma UNI EN 14181:2005 che determinano la non validità della funzione di taratura implementata (rif. Paragrafo B.3.3.1.5 della presente sezione del manuale).

Le date di effettuazione del procedimento QAL2 vengono comunicate ad ARPA Toscana con almeno 15 giorni di anticipo dalla loro esecuzione, secondo le modalità riportate nella sezione B.2.6 del presente manuale.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 6 di 38 |

Le relazioni relative ai procedimenti QAL 2 vengono inviate ad ARPA Toscana ed all'Autorità Competente entro 30 gg dalla loro disponibilità, secondo le modalità riportate nella sezione B.2.6 del presente manuale.

Gli originali delle relazioni vengono conservati da USA per un periodo non inferiore a cinque anni.


Il procedimento QAL 2 si compone delle seguenti distinte fasi qui di seguito descritte:

- ☐ Prova funzionale;
- ☐ Definizione delle condizioni di esercizio dell'impianto, misurazioni parallele con un SRM e definizione della funzione di taratura;
- ☐ Calcolo della variabilità e prova di variabilità;
- ☐ Presentazione dei risultati della taratura e convalida del SMCE.

B.3.3.1.1 PROVA FUNZIONALE

Questa è la prima prova che deve essere effettuata e viene svolta secondo quanto riportato nel paragrafo 5.3 e nell'Appendice A della norma UNI EN 14181:2005. Riportiamo qui di seguito le verifiche che devono essere effettuate:

- ☐ Verifica allineamento e pulizia (per il misuratore di polveri);
- ☐ Esame visivo del sistema di campionamento (per la strumentazione del sistema analisi ACF-NT);
- ☐ Verifica documentazione e registrazioni del SMCE;
- ☐ Verifica idonea ed efficace gestione del SMCE;
- ☐ Esecuzione prova di tenuta (effettuata, per la strumentazione del sistema analisi ACF-NT, secondo quanto riportato nella presente sezione del manuale);
- ☐ Controllo dello zero e dello span (per la strumentazione del sistema analisi ACF-NT);
- ☐ Controllo del tempo di risposta (per la strumentazione del sistema analisi ACF-NT);
- ☐ Registrazione risultati e segnalazione di eventuali guasti.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 7 di 38 |

B.3.3.1.2 MISURAZIONI PARALLELE CON UN SRM E DEFINIZIONE DELLA FUNZIONE DI TARATURA

Le misurazioni parallele devono essere eseguite tra l'SMCE ed il sistema di riferimento (SRM) al fine di tarare e convalidare l'SMCE stesso mediante l'utilizzo di un metodo indipendente (rappresentato appunto dal SRM utilizzato dal laboratorio esterno di prova).

Al fine di garantire che la funzione di taratura sia valida per la gamma di condizioni in cui opera l'impianto e copra la maggior parte delle situazioni operative, le concentrazioni durante la taratura devono essere variate il più possibile entro le normali attività dell'impianto stesso ovvero durante il suo normale funzionamento (impianto in servizio regolare).

Per ogni taratura deve essere effettuato un minimo di 15 misurazioni parallele valide con l'impianto in normale funzionamento. Tali misurazioni devono essere suddivise su almeno tre giorni e all'interno di ogni giorno le misure devono essere distribuite possibilmente in un arco di 8-10 h, ed essere eseguite entro un periodo di 4 settimane.

Le condizioni operative dell'impianto durante le prove vengono descritte nel Rapporto di QAL2 di cui al successivo paragrafo B.3.3.1.4.


L'SRM deve esser posizionato il più vicino possibile al SMCE, senza però disturbare né essere disturbato dalla presenza del SMCE stesso, a non più di 3 diametri idraulici dalla sezione di campionamento del SMCE stesso.

I vari campionamenti devono avere ognuno la durata di almeno 30 minuti e, qualora questa durata sia minore di 60 minuti, l'intervallo di tempo tra l'inizio di ogni campione è maggiore di 1h.

I dati ottenuti dal SRM vengono espressi nelle stesse condizioni di quelli misurati dal SMCE. Il risultato finale delle 15 prove in parallelo è quello di avere 15 risultati ognuno rappresentato da una coppia di dati SMCE-SRM.

Il passo successivo è quello della definizione della funzione di taratura. A tal fine vengono calcolate le seguenti quantità:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \text{dove } x_i \text{ è il risultato } i\text{-esimo del SMCE con } i \text{ che va da } 1 \text{ a } N, \text{ con } N \geq 15;$$

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 8 di 38 |

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad \text{dove } y_i \text{ è il risultato i-esimo del SRM, con i che va da 1 a N, con } N \geq 15;$$

In seguito viene calcolata la differenza tra ($y_{\text{srif,max}} - y_{\text{srif,min}}$) ovvero la differenza tra il valore massimo ed il valore minimo delle concentrazioni misurate dal SRM in mg/Nmc riferiti al volume di gas secco e ad un tenore di ossigeno del 10%. In base al valore di questa differenza si procede come segue:

Elaborazione di tipo a)

Se ($y_{\text{srif,max}} - y_{\text{srif,min}}$) è $\geq 15\%$ del limite di emissione medio giornaliero, calcolare:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b} \cdot \bar{x}$$

Elaborazione di tipo b)

Se ($y_{\text{srif,max}} - y_{\text{srif,min}}$) è $< 15\%$ del limite di emissione medio giornaliero, calcolare:


$$\hat{b} = \frac{\bar{y}}{\bar{x} - Z}$$

$$\hat{a} = -\hat{b} \cdot Z$$

Dove Z è la differenza tra la lettura di zero del SMCE e lo zero.

I risultati devono essere tracciati su un grafico x-y per mostrare esplicitamente la funzione di taratura e l'intervallo di taratura valido.

A questo punto viene calcolata la **funzione di taratura**, la quale è data dalla seguente equazione:

| | | |
|---|---|-------------------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 Pagina 9 di 38 |

$$\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} \cdot x_i$$

Dove:

\hat{y}_i = valore tarato del SMCE

x_i = valore misurato dal SMCE

I valori di x_i nel caso dei parametri misurati con la strumentazione del sistema analisi ACF-NT sono espressi in mg/Nmc, riferiti al gas umido ed all'O₂ di processo, mentre nel caso del parametro polveri sono espressi in Estinzione %.

I valori tarati \hat{y}_i nel caso dei parametri misurati con la strumentazione del sistema analisi ACF-NT sono espressi in mg/Nmc, riferiti al gas umido ed all'O₂ di processo, mentre nel caso del parametro polveri sono espressi in mg/mc, ovvero riferiti ad un volume di gas umido, non normalizzato in temperatura e pressione ed all'O₂ di processo.

Quindi ogni valore misurato dal SMCE deve essere convertito in un valore tarato \hat{y}_i per mezzo della funzione di taratura di cui sopra. La funzione di taratura è valida quando l'impianto è funzionante nell'intervallo di taratura valido: tale intervallo di taratura valido è definito come l'intervallo di taratura da zero a $\hat{y}_{s,rif,max}$, ovvero il valore di concentrazione più elevato misurato dal SMCE, corretto tramite la funzione di taratura, e successivamente riferito alle condizioni fisiche prescritte più un'estensione del 10% oltre tale valore $\hat{y}_{s,rif,max}$. Ciò implica che solamente i valori nell'intervallo di taratura sono valori misurati validi.

Qualora, durante le misurazioni in parallelo, ci si trovi in presenza di variazioni limitate dei livelli emissivi e se le concentrazioni misurate risultino inferiori al 50% del valore limite di emissione, relativamente ai parametri soggetti a valore limite giornaliero è possibile effettuare un'estrapolazione della funzione di taratura rispetto a tale valore limite tramite l'utilizzo di materiali di riferimento appropriati (miscele gassose a concentrazione nota) secondo le modalità previste dal par. 6.5 della norma UNI EN 14181.

B.3.3.1.3 CALCOLO DELLA VARIABILITA' E PROVA DI VARIABILITA'

L'Allegato 2 paragrafo C al Titolo III-bis alla parte quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e la Guida Tecnica ISPRA 87/2013 specificano, relativamente ai parametri SMCE, i requisiti di incertezza massima ammessa (Ic 95% massimo ovvero intervallo di confidenza al 95% massimo), espressa come percentuale (P) rispetto al valore di riferimento (E) applicabile. Al fine di convertire tale incertezza in uno scarto tipo il fattore di conversione è il seguente:


$$\sigma_0 = \frac{P \cdot E}{1,96}$$

Dove 1,96 è il fattore di copertura per un livello di confidenza del 95%.

Per quanto riguarda i parametri coinvolti, nella sottostante tabella vengono elencati, per ogni parametro, i valori di riferimento e quelli dei rispettivi σ_0 espressi in mg/Nmc secchi e riferiti all'O₂ del 10%:

| Parametro | Valore di riferimento | | Ic al 95% max (%) | σ_0 (mg/Nm ³) |
|------------------|---|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Polveri | 30 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 30 | 4,59 |
| NO _x | 800 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 20 | 81,63 |
| SO ₂ | 50 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 20 | 5,10 |
| HCl | 10 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 40 | 2,04 |
| CO | Per questo parametro l'A.I.A. non prevede valore limite: come valore di riferimento viene considerato il più alto valore misurato dal S.R.M. nel corso del procedimento QAL2 di cui al par. B.3.3.1 del presente manuale. | | 10 | - |
| NH ₃ | Per questo parametro l'A.I.A. non prevede valore limite: come valore di riferimento viene considerato il più alto valore misurato dal S.R.M. nel corso del procedimento QAL2 di cui al par. B.3.3.1 del presente manuale. | | 30 | - |
| COT | 57 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 30 | 8,72 |
| O ₂ | 21 % vol. anidro | GT ISPRA 87/2013 | 10 | 1,07 |
| H ₂ O | 25 % vol. | GT ISPRA 87/2013 | 30 | 3,83 |

La prova di variabilità deve essere eseguita sugli $\hat{y}_{s,rif}$ ovvero sui valori misurati dal SMCE, tarati e riferiti alle condizioni fisiche prescritte (ovvero valori di concentrazione espressi in mg/Nmc riferiti ad un volume di gas secco ed all'O₂ del 10% utilizzando il tenore di umidità e di O₂ misurati dall'SMCE stesso).

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 11 di 38 |

Per ogni serie di dati (minimo 15 coppie) per una determinata funzione di taratura, devono essere calcolati i seguenti parametri:

$$D_i = y_{i,s,rif} - \hat{y}_{i,s,rif}$$

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i$$

$$S_D = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2}$$

Dove $y_{i,s,rif}$ è il valore i-esimo misurato dal SRM riferito alle condizioni fisiche prescritte (ovvero il valore di concentrazione espresso in mg/Nmc riferito ad un volume di gas secco ed all'O₂ del 10% utilizzando il tenore di umidità e di O₂ misurati dall'SRM stesso) e $\hat{y}_{i,s,rif}$ è il valore i-esimo misurati dal SMCE, tarato e riferito alle condizioni fisiche prescritte (ovvero il valore di concentrazione espresso in mg/Nmc riferito ad un volume di gas secco ed all'O₂ del 10% utilizzando il tenore di umidità e di O₂ misurati dall'SMCE stesso).

Il SMCE supera positivamente la PROVA DI VARIABILITA' quando:


$$S_D \leq \sigma_0 \cdot k_v$$

Dove k_v è un coefficiente statistico pari a 0,9761 nel caso in cui N sia uguale a 15.

Se la prova di variabilità è positiva l'SMCE è conforme al requisito di incertezza massimo previsto.

B.3.3.1.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELLA TARATURA E CONVALIDA DEL SMCE (QAL 2)

Il laboratorio che esegue la taratura e la convalida delle QAL 2 (Eco Chimica Romana), al termine delle verifiche stesse, rilascia specifica relazione tecnica la quale viene conservata da USA per un periodo non inferiore a cinque anni. Tale relazione tecnica costituisce il Rapporto di QAL2 di cui al paragrafo 6.8 della norma UNI EN 14181 e contiene tutte le informazioni di cui ai punti da a) a l) di tale paragrafo.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 12 di 38 |


Di seguito vengono riportati, a puro titolo di esempio, i principali paragrafi della suddetta relazione di QAL2:

- ❑ Premessa e definizioni/abbreviazioni utilizzati nella relazione;
- ❑ Descrizione della procedura di calcolo utilizzata;
- ❑ Descrizione dell'impianto e dell'emissione in atmosfera oggetto di indagine;
- ❑ Condizioni operative dell'impianto durante il procedimento QAL2;
- ❑ Riferimenti del laboratorio Eco Chimica Romana e del certificato di accreditamento;
- ❑ Descrizione sintetica delle caratteristiche del SMCE sottoposto a verifica;
- ❑ Descrizione sintetica delle caratteristiche del SMCE di riferimento (SRM);
- ❑ Norme e metodi di riferimento utilizzati;
- ❑ Report del test funzionale;
- ❑ Funzione di taratura e test di variabilità (risultati delle elaborazioni e rapporti di prova);
- ❑ Eventuali variazioni rispetto alle procedure descritte dalla norma UNI EN 14181:2005 assieme alla descrizione di come queste hanno influenzato i risultati ottenuti.

B.3.3.1.5 VERIFICA DELLA VALIDITA' DELLA FUNZIONE DI TARATURA

In ottemperanza a quanto previsto al par. 6.5 della norma UNI EN 14181:2005, la verifica della validità dell'intervallo di taratura valido, relativamente ai parametri polveri, NO_x, SO₂, CO e NH₃, viene effettuata settimanalmente in automatico alle 24:00 di ogni Domenica dal sistema di gestione SMCE (software Wizcon) mediante l'elaborazione in automatico del Report settimanale "Verifica validità campo di taratura". E' compito di USA, ogni Lunedì mattina, controllare tale report, in modo da verificare che vengano rispettate le seguenti due condizioni previste dalla normativa UNI EN 14181:2005:

- ❑ Non più del 5% del numero di medie semiorarie valide con impianto in servizio regolare (codici di stato impianto 30 e 36) tarate e riferite al gas secco ed all'O₂ del 10% calcolate nel periodo settimanale (che va dal Lunedì alla Domenica) non rientra nell'intervallo di taratura valido per massimo 5 settimane nel periodo che intercorre tra due prove di

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 13 di 38 |


sorveglianza annuali (AST): nel caso del parametro polveri il periodo che viene considerato è quello che intercorre tra due tarature annuali (procedimenti QAL2);

- ❑ Nessuna settimana deve avere più del 40% del numero di medie semiorarie valide con impianto in servizio regolare (codici di stato impianto 30 e 36) che non rientrano nell'intervallo di taratura valido, nel periodo che intercorre tra due prove di sorveglianza annuali (AST): nel caso del parametro polveri il periodo che viene considerato è sempre quello che intercorre tra due tarature annuali (procedimento QAL2).

Qualora almeno una di queste due condizioni non viene rispettata è necessario, entro 6 mesi, che venga eseguita, registrata ed implementata una nuova taratura completa del SMCE (procedimento QAL2).

La funzione di taratura esistente deve essere utilizzata fino all'attuazione della nuova funzione di taratura.

I Report settimanali “Verifica validità campo di taratura” vengono conservati in formato digitale per almeno 5 anni nell'archivio dei PC SMCE Primary e Slave, come descritto nella sezione n. B.2.5 del presente manuale. Il fac-simile di suddetto report è allegato alla presente sezione del manuale.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 14 di 38 |

B.3.3.2 VERIFICHE PERIODICHE DEL SISTEMA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CONTINUO (QAL3)

Dopo che il SMCE è stato tarato ed ha superato la prova di variabilità, è necessario che vengano eseguiti ulteriori procedimenti in modo da garantire che i valori misurati ottenuti con l'SMCE soddisfino i requisiti di incertezza richiesta su base continua (controllo di qualità continuativo). La gestione e l'implementazione del procedimento QAL3 è compito delle funzioni aziendali USA e RMS.

Il procedimento QAL3 non può essere implementato relativamente al parametro polveri dal momento che la strumentazione utilizzata (polverometro DURAG DR 300-40) è di tipo *in situ* a misura indiretta: le prestazioni di tale strumentazione sono comunque tenute sotto controllo dal momento che lo strumento esegue in automatico, ogni 4 ore, un ciclo di verifica che si articola nelle seguenti fasi:


- ❑ Verifica del punto di zero;
- ❑ Verifica della sporcizia dell'ottica;
- ❑ Verifica del punto di riferimento.

Il Software SMCE Wizcon, di acquisizione ed elaborazione dati, registra eventuali segnali di errore inviati dalla strumentazione in caso di esito negativo di uno dei suddetti controlli.

Il procedimento QAL3 viene implementato per gli analizzatori del sistema analisi ACF-NT, ovvero per i seguenti parametri:

- ❑ NO;
- ❑ CO;
- ❑ SO₂;
- ❑ HCl;
- ❑ COT;
- ❑ NH₃;
- ❑ O₂;
- ❑ H₂O;

L'NO₂ non viene considerato dal momento che per questo parametro il costruttore della strumentazione ABB non rilascia specifica certificazione di incertezza standard QAL1 ai sensi della normativa EN 15267-3.

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 15 di 38 |


La lettura degli strumenti deve riflettere le derive effettive nelle letture dello zero e dello span. Le letture negative degli strumenti a livello zero devono essere quindi registrate.

Il fine del procedimento QAL3 è quello di mantenere e dimostrare la qualità del SMCE in modo che il requisito di incertezza standard, di zero e span, dichiarata dal produttore della strumentazione nella certificazione QAL1 (questo particolare tipo di certificazione viene rilasciata dal produttore della strumentazione conformemente a quanto specificato al par. 7.3 della norma UNI EN 14181:2005 seguendo le modalità operative specificate dalla norma EN 15267-3) sia soddisfatto nel corso del funzionamento in continuo del SMCE.

Le certificazioni dell'incertezza standard QAL1 per i parametri oggetto del procedimento QAL3 sono riportati nello specifico allegato alla presente sezione: si riporta qui di seguito una tabella riepilogativa dei valori di incertezza per lo zero e per lo span.

| PARAMETRO | S_{AMS} ZERO | S_{AMS} SPAN | u.m. |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| NO | 53,39 | 61,85 | mg/Nm ³ |
| SO₂ | 2,67 | 3,09 | mg/Nm ³ |
| CO | 10,68 | 12,37 | mg/Nm ³ |
| HCl | 0,53 | 0,62 | mg/Nm ³ |
| NH₃ | 3,56 | 4,12 | mg/Nm ³ |
| COT | 3,56 | 4,12 | mg/Nm ³ |
| O₂ | 0,33 | 0,40 | % Vol. |
| H₂O | 1,42 | 1,65 | % Vol. |

La verifica del mantenimento della qualità del SMCE viene conseguita tramite conferma che la deriva e la precisione della strumentazione, sia di zero che di span, rimangano sotto controllo e siano compatibili con i valori di incertezza stabiliti in QAL1. La metodologia implementata consiste nella determinazione della deriva e della precisione separatamente utilizzando i grafici di controllo CUSUM secondo le modalità riportate nell'Appendice C della normativa UNI EN 14181:2005.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 16 di 38 |

L'implementazione del 3° livello di assicurazione della qualità (QAL3) viene effettuata con l'ausilio del software applicativo SMEQAL3 di CT Sistemi, il quale è installato nel PC SMCE Primary ed è integrato con il sistema di gestione del SMCE: per i dettagli si rimanda allo specifico manuale operativo del software.

La gestione operativa del QAL. 3 viene svolta nel seguente modo.

❑ **CONFIGURAZIONE PARAMETRI**

All'interno della tabella DatiQAL-QAL1, nella sezione Configurazione parametri, vengono inseriti, da USA, i valori di incertezza standard di zero (S_{AMS} di zero) e di incertezza standard di span (S_{AMS} di span) ricavati dai certificati QAL1 rilasciati dal produttore della strumentazione (ABB) in riferimento alla normativa EN 15267-3 e allegati alla presente sezione del manuale.

❑ **CICLI DI VERIFICA STRUMENTALE DI ZERO**

All'interno della tabella ProveQAL3 nella sezione Cicli di verifica, viene inserito da USA, il valore di riferimento dello zero. Il valore di riferimento viene utilizzato ai fini della valutazione della deriva e della precisione di zero.

Il dettaglio dei cicli di verifica strumentale di zero degli analizzatori è riportato nel documento "Protocollo di gestione procedimento QAL3" allegato alla presente sezione del manuale.


- **Prova di zero per i parametri NO, SO₂, CO, HCl, NH₃ e O₂**

In questo caso il software SMEQAL3 acquisisce in automatico le letture di zero che la strumentazione FT-IR e ZrO₂ effettua ogni 12 h.

Nel corso delle calibrazioni e delle manutenzioni semestrali del SMCE, le letture di zero effettuate dai tecnici ABB vengono inserite manualmente da USA nel software SMEQAL3.

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di zero effettuate nel corso degli interventi di calibrazione e manutenzione semestrali.

In tutti i casi USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di zero nel software SMEQAL3.

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 17 di 38 |

- Prova di zero per il parametro H₂O

In questo caso il software SMEQUAL3 acquisisce in automatico le letture di zero che la strumentazione FT-IR effettua ogni 12 h. La lettura avviene prima della successiva calibrazione di zero. Nel corso delle calibrazioni semestrali del SMCE, le letture di zero effettuate dai tecnici ABB vengono inserite manualmente da USA nel software SMEQUAL3.

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nel modulo RTA-01 i valori delle letture di zero effettuate nel corso degli interventi di calibrazione semestrali.

In tutti i casi USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di zero nel software SMEQUAL3.

- Prova di zero per il parametro COT

Il Protocollo di gestione QAL.3 prevede che ogni 7 giorni RMS effettui la lettura di zero della strumentazione FID del sistema analisi ACF-NT, relativamente al parametro COT, utilizzando la specifica bombola di gas azoto. Le letture di zero vengono registrate da RMS nel modulo QAL3 le settimane nelle quali non viene effettuata la calibrazione della strumentazione FID e nel modulo RTA-03 le settimane in cui tale calibrazione (bisettimanale) viene effettuata.


I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di zero effettuate nel corso degli interventi di calibrazione e manutenzione semestrali.

In tutti i casi USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di zero nel software SMEQUAL3.

I fac-simile dei moduli di registrazione QAL-3, RTA-01, RTA-02 e RTA-03 sono allegati alla sezione B.2.5 del presente manuale.

□ **CICLI DI VERIFICA STRUMENTALE DI SPAN**

All'interno della tabella ProveQAL3 nella sezione Cicli di verifica, viene inserito da USA, il valore di riferimento dello span ovvero il valore esatto di concentrazione certificata della miscela gassosa utilizzata per le verifiche (per tutti i parametri pari all'incirca all'80% del fondo scala mentre per l'ossigeno corrisponde ad una miscela gassosa con concentrazione di O₂ di circa il 2-4%): nel caso del parametro H₂O la concentrazione pari all'80% del campo scala viene creata al momento dai tecnici ABB tramite il generatore di valore HOVACAL.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 18 di 38 |

Per i parametri NO, SO₂, CO ed HCl, aventi due campi scala, viene considerato il campo scala più piccolo. Il valore di riferimento viene utilizzato ai fini della valutazione della deriva e della precisione di span.

Il dettaglio dei cicli di verifica strumentale di span degli analizzatori sono riportati nel documento “Protocollo di gestione procedimento QAL3” allegato alla presente sezione del manuale.

- Prova di span per i parametri NO, SO₂, CO e O₂

Il Protocollo di gestione QAL.3 prevede che ogni 15 giorni RMS effettui la lettura di span della strumentazione del sistema analisi ACF-NT, relativamente ai parametri NO, SO₂, e CO utilizzando miscele gassose contenenti la concentrazione di ogni parametro all'80% del rispettivo campo scala e, relativamente al parametro O₂, utilizzando una miscela gassosa avente concentrazione di ossigeno pari al 2-4 % in volume. Le letture di span vengono registrate da RMS nel modulo QAL3.

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di span effettuate nel corso degli interventi di calibrazione e manutenzione semestrali.

In tutti i casi USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di span nel software SMEQAL3.

- Prova di span per i parametri HCl e NH₃

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di span effettuate nel corso degli interventi di calibrazione e manutenzione semestrali.

Successivamente USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di span nel software SMEQAL3.


- Prova di span per il parametro H₂O

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di span effettuate nel corso degli interventi di calibrazione semestrali.

Successivamente USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di span nel software SMEQAL3.

- Prova di span per il parametro COT

Il Protocollo di gestione QAL.3 prevede che ogni 7 giorni RMS effettui la lettura di span della strumentazione FID del sistema analisi ACF-NT utilizzando la specifica miscela

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 19 di 38 |

gassosa contenente una concentrazione di COT pari all'80% del rispettivo campo scala. Le letture di span vengono registrate da RMS nel modulo QAL3 le settimane nelle quali non viene effettuata la calibrazione della strumentazione FID e nel modulo RTA-03 le settimane in cui tale calibrazione (bisettimanale) viene effettuata.

I tecnici della ditta ABB provvedono a registrare nei moduli RTA-01 e RTA-02 i valori delle letture di span effettuate nel corso degli interventi di calibrazione e manutenzione semestrali.

In tutti i casi USA provvede, subito dopo l'esecuzione dei suddetti interventi, all'inserimento dei valori registrati delle letture di span nel software SMEQUAL3.

I fac-simile dei moduli di registrazione QAL-3, RTA-01, RTA-02 e RTA-03 sono allegati alla sezione B.2.5 del presente manuale.

❑ **CONTROLLO DELLA DERIVA E DELLA PRECISIONE DI ZERO E SPAN**


Non appena inseriti i valori delle letture, sia che siano acquisite in automatico che inserite manualmente da USA, il software SMEQUAL3 esegue, conformemente a quanto riportato nell'Appendice C della normativa UNI EN 14181, le prove di verifica di precisione e di deriva, sia di zero che di span. I risultati delle elaborazioni vengono visualizzati nei REPORT CUSUM, nei quali, nella colonna stato, viene riportato l'esito della verifica: "OK" in caso di esito positivo oppure "KO" in caso di esito negativo. Nel software SMEQUAL3 i risultati delle elaborazioni possono essere elaborati anche in forma grafica (GRAFICI CUSUM).

Qualora l'esito sia negativo USA, dopo essersi confrontato con RMS e UAS, contatta il servizio di assistenza tecnica di ABB per valutare le necessarie azioni da intraprendere (regolazioni, ricalibrazioni, manutenzioni straordinarie,....).

I Fac-simile di suddetti report CUSUM sono allegati alla presente sezione del manuale. I moduli sono conservati da USA per almeno 5 anni con le modalità descritte nella sezione B.2.5 del presente manuale.

❑ **RIPRISTINO DEI CICLI DI VERIFICA DI ZERO E SPAN**


Come previsto al paragrafo C3 dell'Appendice C della norma UNI EN 14181, dopo ogni intervento di calibrazione manuale di un analizzatore il corrispondente ciclo di verifica QAL 3, di zero o di span a seconda del tipo di calibrazione, termina ed al tempo stesso inizia il ciclo successivo: ogni ciclo di verifica è quindi compreso tra due ripristini successivi.

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 20 di 38 |

Il ripristino del ciclo di verifica viene effettuato manualmente nel software SMEQAL3 da USA, nell'apposito spazio dedicato. Le operazioni di ripristino vengono effettuate, per tutti i parametri, immediatamente dopo i seguenti interventi:

- Calibrazione semestrale di zero e span effettuata dai tecnici ABB durante gli interventi programmati;
- Calibrazione semestrale di zero e span effettuata da RMS nel corso degli interventi di calibrazione bisettimanale programmata della strumentazione FID del sistema analisi ACF-NT di ABB;
- Calibrazione, di zero e/o di span, effettuata dai tecnici ABB nel corso di interventi di manutenzione straordinaria a seguito di anomalie/guasti di uno o più analizzatori del SMCE.

Tutti Report prodotti dal software SMEQAL3, assieme a tutte le registrazioni delle letture di zero e di span, i report e i grafici CUSUM e gli interventi di ripristino effettuati vengono conservati in formato digitale per almeno 5 anni nell'archivio del PC SMCE Primary, come descritto nella sezione n. B.2.5 del presente manuale.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 21 di 38 |

B.3.3.3 VERIFICHE ANNUALI (AST)

La Prova di Sorveglianza (denominata AST ovvero Annual Surveillance Test) del SMCE, viene effettuata con cadenza annuale, da un laboratorio esterno qualificato e operante con un sistema di assicurazione della qualità accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura”.

Tale prova AST ha il compito di valutare la corretta funzionalità del SMCE, il mantenimento della validità della funzione di taratura elaborata tramite il procedimento QAL2 e la conformità del test di variabilità ai requisiti prescritti.


Le date di effettuazione della Prova di Sorveglianza annuale vengono comunicate ad ARPA Toscana con almeno 15 giorni di anticipo dalla loro esecuzione, secondo le modalità riportate nella sezione B.2.6 del presente manuale.

Le relazioni relative alle prove AST vengono inviate all'ARPA Toscana ed all'Autorità Competente entro 30 gg dalla data della loro disponibilità, secondo le modalità riportate nella sezione B.2.6 del presente manuale. L'originale della relazione viene conservato da USA per un periodo non inferiore a cinque anni.

La prova AST viene effettuata relativamente ai seguenti parametri:

- ☐ NO_x;
- ☐ CO;
- ☐ SO₂;
- ☐ HCl;
- ☐ COT;
- ☐ NH₃;
- ☐ O₂;
- ☐ H₂O.

L'AST non viene invece effettuato relativamente al parametro polveri dal momento che per questo parametro viene annualmente effettuato il procedimento QAL.2 come specificato al par. B.3.3.1 della presente sezione del manuale.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 22 di 38 |

La procedura adottata viene effettuata con cadenza annuale, a cura del laboratorio Eco Chimica Romana, conformemente a quanto richiesto dal paragrafo 8 della normativa UNI EN 14181:2005, e si compone delle seguenti fasi:

- ❑ Prova funzionale (o test di funzionalità);
- ❑ Misurazioni parallele con un sistema di riferimento (SRM);
- ❑ Valutazione dei dati;
- ❑ Calcolo della variabilità, prova di variabilità e validità della funzione di taratura;
- ❑ Relazione tecnica di presentazione dei risultati.


Le varie fasi sono qui di seguito descritte.

B.3.3.3.1 PROVA FUNZIONALE

Questa è la prima prova che deve essere effettuata e viene svolta secondo quanto riportato nell'Appendice A della normativa UNI EN 14181:2005. In sintesi queste sono le attività che vengono svolte

- ❑ Esame visivo del sistema di campionamento;
- ❑ Verifica documentazione e registrazioni del SMCE;
- ❑ Verifica dell'idonea ed efficace gestione del SMCE;
- ❑ Esecuzione prova di tenuta (effettuata secondo quanto riportato nella presente sezione del manuale al par. B.3.3.5.1);
- ❑ Controllo dello zero e dello span;
- ❑ Verifica (o prova) di linearità;
- ❑ Verifica di eventuali interferenze;
- ❑ Verifica della deriva di zero e span (controllo registrazioni QAL3);
- ❑ Controllo del tempo di risposta;
- ❑ Registrazione risultati e segnalazione di eventuali guasti.

In particolare, la **verifica della linearità** viene eseguita, in conformità a secondo quanto riportato nelle appendici A.8 e B della norma UNI EN 14181:2005, relativamente ai parametri

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 23 di 38 |

del Sistema Analisi ACF-NT di ABB , ovvero NO, NO₂, SO₂, CO, HCl, COT, NH₃, H₂O e O₂, essendo questo una strumentazione di tipo estrattivo a misura diretta.

Nel corso della verifica della linearità, per ognuno dei suddetti parametri vengono riprodotti, tramite diluitori certificati e miscele gassose certificate o tramite generatore di vapore certificato nel caso del vapore acqueo, 5 livelli di concentrazione (tipicamente 0, 20, 40, 60, 80 % del valore di fondo scala impostato per lo strumento). Per ogni livello di concentrazione vengono eseguite almeno 3 ripetizioni.

Sulla base dei dati sopra rilevati, viene in seguito determinata la retta di taratura teorica e si valuta la deviazione dei valori letti dallo strumento dalla suddetta retta (residui).

La risposta strumentale viene considerata lineare nel caso in cui tali deviazioni non superino il 5 % del valore di fondo scala impostato.


B.3.3.3.2 MISURAZIONI PARALLELE CON UN SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)

Durante l'AST devono essere eseguite almeno 5 misurazioni parallele seguendo le modalità riportate al par. B.3.3.1.2 del presente Manuale. L'obiettivo delle misurazioni parallele è quello di verificare se la funzione di taratura del SMCE è ancora valida e se la precisione rientra nei limiti richiesti.

Le misurazioni parallele devono essere:

- ☐ In N° ≥ 5;
- ☐ valide;
- ☐ comprese nell'intervallo di taratura;
- ☐ distribuite uniformemente nel corso dell'intera giornata di misurazione;
- ☐ ottenute con un periodo di campionamento ≥ 30 minuti;

Il risultato delle misurazioni parallele è l'ottenimento di almeno 5 valori ognuno rappresentato da una coppia di misurazioni (un segnale misurato dal SMCE ed un valore misurato dal SRM entrambi riferiti allo stesso periodo di tempo ed espressi nelle stesse condizioni del SMCE ovvero in mg/Nmc).

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 24 di 38 |

B.3.3.3.3 VALUTAZIONE DEI DATI

Una volta terminate le misurazioni in parallelo è necessario procedere al calcolo dei valori misurati dal SMCE tarati e riferiti alle condizioni fisiche prescritte $\hat{y}_{s,rif}$ (normalizzati in P e T, secchi e riferiti all'O₂ del 10% utilizzando i valori di umidità e di ossigeno misurati dal SMCE), come riportato al par. B.3.3.1.2 della presente sezione. A questo punto è necessario verificare che questi rientrino nell'intervallo di taratura valido.


I risultati misurati dal SMCE nel corso delle AST non possono essere utilizzati per l'elaborazione di una nuova funzione di taratura.

B.3.3.3.4 CALCOLO DELLA VARIABILITA', PROVA DI VARIABILITA' E VALIDITA' DELLA FUNZIONE TARATURA.

Il passo iniziale consiste nel calcolare l'incertezza σ_0 richiesta dalla legislazione come indicato nel paragrafo B.3.3.1.3.

Per quanto riguarda i parametri coinvolti, nella sottostante tabella vengono elencati, per ogni parametro, i valori di riferimento e quelli dei rispettivi σ_0 espressi in mg/Nmc secchi e riferiti all'O₂ del 10%:

| Parametro | Valore di riferimento | | Ic al 95% max (%) | σ_0 (mg/Nm ³) |
|------------------|---|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Polveri | 30 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 30 | 4,59 |
| NOx | 800 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 20 | 81,63 |
| SO ₂ | 50 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 20 | 5,10 |
| HCl | 10 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 40 | 2,04 |
| CO | Per questo parametro l'A.I.A. non prevede valore limite: come valore di riferimento viene considerato il più alto valore misurato dal S.R.M. nel corso del procedimento QAL2 di cui al par. B.3.3.1 del presente manuale. | | 10 | - |
| NH ₃ | Per questo parametro l'A.I.A. non prevede valore limite: come valore di riferimento viene considerato il più alto valore misurato dal S.R.M. nel corso del procedimento QAL2 di cui al par. B.3.3.1 del presente manuale. | | 30 | - |
| COT | 57 mg/Nm ³ | Valore limite medio giornaliero | 30 | 8,72 |
| O ₂ | 21 % vol. anidro | GT ISPRA 87/2013 | 10 | 1,07 |
| H ₂ O | 25 % vol. | GT ISPRA 87/2013 | 30 | 3,83 |

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 25 di 38 |

Vengono successivamente calcolate le seguenti quantità:

$$D_i = y_{i, s, rif} - \hat{y}_{i, s, rif}$$

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i$$

$$S_D = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2}$$

dove $y_{i,s,rif}$ è il valore i-esimo misurato dal SRM riferito alle condizioni fisiche prescritte (ovvero il valore di concentrazione espresso in mg/Nmc riferito ad un volume di gas secco ed all'O₂ del 10% utilizzando il tenore di umidità e di O₂ misurati dall'SRM stesso) e $\hat{y}_{i,s,rif}$ è il valore i-esimo misurati dal SMCE, tarato e riferito alle condizioni fisiche prescritte (ovvero il valore di concentrazione espresso in mg/Nmc riferito ad un volume di gas secco ed all'O₂ del 10% utilizzando il tenore di umidità e di O₂ misurati dall'SMCE stesso).

Il SMCE supera positivamente la PROVA DI VARIABILITA' quando:

$$S_D \leq 1,5 \cdot \sigma_0 \cdot k_v$$


Dove k_v è un coefficiente statistico pari a 0,9161 nel caso in cui N sia uguale a 5.

Come ultima verifica viene eseguita la PROVA DELLA VALIDITA' DELLA FUNZIONE DI TARATURA, la quale è superata positivamente quando:

$$|\bar{D}| \leq t_{0,95}(N-1) \cdot \frac{S_D}{\sqrt{N}} + \sigma_0$$

Dove $t_{0,95}(N-1)$ è un coefficiente statistico pari a 2,132 nel caso in cui N sia uguale a 5.

Qualora una delle due prove non abbia avuto esito positivo, è necessario che RMS identifichi e provveda a rimuovere le cause delle anomalie, contattando eventualmente il servizio tecnico della ditta ABB. Una volta rimosse le cause della non conformità devono essere eseguite nuove misure in parallelo, secondo il protocollo QAL 2: i risultati devono essere registrati ed attivati entro 6 mesi.


| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 26 di 38 |

B.3.3.3.5 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELL'AST

Il laboratorio che esegue la AST (Eco Chimica Romana), al termine delle verifiche stesse, rilascia specifica relazione tecnica la quale viene conservata da USA per un periodo non inferiore a cinque anni. Tale relazione tecnica costituisce il rapporto di AST di cui al paragrafo 8.6 della norma UNI EN 14181:2005 e contiene tutte le informazioni di cui ai punti da a) a h) di tale paragrafo.

Di seguito vengono riportati, a puro titolo di esempio, i principali paragrafi contenuti della suddetta relazione di AST:

- ☐ Premessa;
- ☐ Descrizione della procedura di calcolo utilizzata;
- ☐ Descrizione dell'impianto e dell'emissione in atmosfera oggetto di indagine;
- ☐ Condizioni operative dell'impianto durante il test;
- ☐ Riferimenti del laboratorio Eco Chimica Romana e del certificato di accreditamento;
- ☐ Descrizione sintetica delle caratteristiche del SMCE sottoposto a verifica;
- ☐ Descrizione sintetica delle caratteristiche del SMCE di riferimento (SRM);
- ☐ Norme e metodi di riferimento utilizzati;
- ☐ Prova di variabilità e validità della funzione di taratura;
- ☐ Report della prova funzionale;
- ☐ Rapporti di prova relativi alle misure ed ai campionamenti effettuati;
- ☐ Eventuali variazioni rispetto alle procedure descritte dalla norma UNI EN 14181:2005 assieme alla descrizione di come queste hanno influenzato i risultati ottenuti.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 27 di 38 |

B.3.3.4 SCELTA DEI METODI E DEI LABORATORI DI PROVA

I metodi di prova utilizzati per verificare le prestazioni del SMCE sono quelli riconosciuti come metodi standard di riferimento ovvero SRM (Standard Reference Method) emessi dal CEN (metodi EN): qualora per un determinato parametro non sia disponibile il metodo di riferimento EN possono essere utilizzati in alternativa nell'ordine metodi UNI, ISO o US EPA.

Il laboratorio esterno che esegue le prove è un laboratorio qualificato e operante con un sistema di assicurazione della qualità accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura", con i metodi analitici utilizzati anche essi oggetto dell'accreditamento.


Nel seguente paragrafo vengono descritte le metodiche di campionamento e di analisi utilizzate per l'effettuazione delle verifiche.

□ **POLVERI.**

In base a quanto previsto dal metodo **UNI EN 13284-1:2003**, il prelievo del materiale particellare viene eseguito in condizioni isocinetiche, cioè ad una velocità di aspirazione alla sonda di prelievo uguale a quella del fluido all'interno del condotto. La sonda viene posizionata in punti fluidodinamicamente corretti in cui è garantita l'uniformità del profilo di velocità nella sezione. Le polveri vengono raccolte su filtri in fibra di vetro e/o cestelli riempiti di lana di quarzo e determinate successivamente per via gravimetrica secondo la procedura ufficiale sopra citata. Il campionamento viene effettuato mediante apparecchiatura di prelievo in continuo.

□ **OSSIDI DI AZOTO (NO_x).**

La determinazione degli ossidi di azoto viene effettuata mediante l'impiego di strumentazione automatica in continuo secondo il principio di misura della chemiluminescenza (metodo **UNI EN 14792:2006**). Il metodo è basato sul principio secondo il quale il monossido di azoto (NO) reagisce con l'ozono (O₃), dando luogo a biossido di azoto (NO₂): una parte delle molecole di biossido formatesi si presenta in uno stato eccitato, che disperderà energia attraverso l'emissione di una radiazione di luminescenza. L'intensità di tale radiazione luminosa è proporzionale al contenuto di NO nel gas analizzato. Per quanto riguarda la determinazione degli ossidi di azoto (NO_x), come somma di entrambi i composti (NO e NO₂), viene utilizzato un convertitore catalitico

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 28 di 38 |

NO₂/NO, che trasforma il biossido di azoto in monossido, antepoendolo all'analizzatore di NO e ne permette la determinazione come tale. Il risultato finale viene espresso come NO₂.

❑ **BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂).**

La determinazione del biossido di zolfo viene effettuata secondo la metodica analitica discontinua **UNI EN 14791:2006**: il prelievo viene effettuato aspirando un volume noto dell'effluente gassoso e facendolo gorgogliare, previa filtrazione del materiale particolato, in una soluzione ossidante nella quale viene assorbito il biossido di zolfo. La quantificazione viene effettuata determinando gli ioni solfato mediante cromatografia ionica con rivelatore a conducibilità.

❑ **ACIDO CLORIDRICO (HCl).**

La determinazione dell'acido cloridrico viene eseguita come previsto dalla norma UNI EN 1911-1-2-3:2000. L'acido cloridrico è assorbito facendo gorgogliare l'effluente gassoso in una soluzione di acqua priva di cloruro con grado di purezza 2 e successivamente determinato dosando lo ione Cl⁻ mediante cromatografia ionica. I risultati sono espressi in mg/Nm³ di HCl.

❑ **CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT).**

La determinazione del carbonio organico totale viene eseguita come previsto dalla norma **UNI EN 12619:2013**, la quale prevede il campionamento in continuo tramite strumentazione automatica provvista di rilevatore a ionizzazione di fiamma (FID).


Il metodo si basa sul principio delle ionizzazione di atomi di carbonio organico presenti nel gas, all'atto della loro ossidazione all'interno di una fiamma. La corrente ionica, sviluppatasi in un campo elettrico, viene amplificata, trasformata in segnale continuo e registrata.

❑ **AMMONIACA (NH₃).**

La determinazione dell'ammoniaca viene effettuata secondo il metodo **EPA CTM-027:1997**. Il prelievo viene effettuato aspirando un volume noto dell'effluente gassoso e facendolo gorgogliare, previa filtrazione del materiale particolato, in una soluzione acida di H₂SO₄ nella quale l'ammoniaca viene assorbita. L'ammoniaca viene successivamente determinata tramite la tecnica della Cromatografia Ionica.

❑ **MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).**

La determinazione del monossido di carbonio viene eseguita come previsto dalla norma **UNI EN 15058:2006**, la quale prevede il campionamento in continuo tramite

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 29 di 38 |

strumentazione automatica funzionante secondo il principio di misura dell'assorbimento infrarosso non dispersivo (NDIR).

Il metodo di assorbimento IR non dispersivo (NDIR) è basato sul principio che un gas composto da molecole diverse assorbe la radiazione infrarossa in corrispondenza di lunghezze d'onda caratteristiche di ogni molecola. L'entità dell'assorbimento è correlato alla concentrazione della specie che lo ha provocato.

□ **UMIDITA' (H₂O).**

Il campionamento e la determinazione dell'umidità vengono eseguite secondo quanto previsto dalla norma **UNI EN 14790:2006**.

La percentuale dell'acqua nell'effluente gassoso viene valutata aspirando un volume noto di gas, fatto passare attraverso un gruppo di condensazione e un raccogliatore di condensa come previsto dal metodo citato. Il rapporto tra il volume di acqua condensato (espresso come equivalente gassoso) e il volume totale campionato fornisce la frazione volumetrica di acqua nell'effluente gassoso.

Il campionamento viene effettuato mediante apparecchiatura di prelievo in continuo.

□ **OSSIGENO (O₂).**


La determinazione dell'ossigeno viene eseguita come previsto dalla norma **UNI EN 14789:2006**, la quale prevede il campionamento in continuo tramite strumentazione automatica funzionante secondo il principio di misura paramagnetico.

Il metodo utilizzato si basa sul fatto che l'ossigeno, a differenza della maggior parte delle sostanze presenti in emissione, è una specie fortemente paramagnetica.


Quando un gas contenente ossigeno attraversa un campo magnetico non uniforme, nel quale è immersa una campana rotante di materiale diamagnetico, l'ossigeno presente nel gas provoca una torsione della campana, proporzionale alla concentrazione di O₂.

□ **PORTATA, TEMPERATURA E PRESSIONE.**

La portata viene determinata calcolando, con l'ausilio del tubo di Pitot e di una sonda termometrica, la velocità lineare dell'effluente gassoso nel camino, essendo nota la sezione del condotto nel punto di misura, come previsto dal metodo **UNI EN ISO 16911-1:2013**.

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 30 di 38 |

Relativamente ai parametri temperatura e pressione, i valori medi relativi agli intervalli di tempo investigati, sono forniti direttamente dallo strumento di misura della velocità. Il campionamento viene effettuato mediante apparecchiatura di misura in continuo utilizzando una specifica termocoppia (misurazione della temperatura) ed un sensore di pressione piezoresistivo (misurazione della pressione).

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 31 di 38 |

B.3.3.5 ALTRE VERIFICHE IN CAMPO

Nel presente paragrafo B.3.3.5 vengono descritte le ulteriori Verifiche in Campo effettuate al fine di garantire il corretto funzionamento del SMCE.

Le date di effettuazione delle seguenti verifiche in campo:

- ❑ Determinazione dell'Indice di Accuratezza Relativo;
- ❑ Verifica della Rappresentatività della Sezione di Prelievo;

vengono comunicate ad ARPA Toscana con almeno 15 giorni di anticipo dalla loro esecuzione, secondo le modalità riportate nella sezione B.2.6 del presente manuale e le relazioni vengono inviate all'ARPA Toscana ed all'Autorità Competente entro 30 gg dalla loro disponibilità, secondo le modalità riportate sempre nella sezione B.2.6 del presente manuale. Generalmente tali verifiche sono effettuate annualmente contestualmente all'esecuzione della prova di sorveglianza annuale (AST) del SMCE di cui al par. B.3.3.3 della presente sezione del manuale.


Gli originali delle relazioni vengono conservati da USA per un periodo non inferiore a cinque anni.

B.3.3.5.1 VERIFICA PERIODICA DELLA LINEA DI PRELIEVO E TRASPORTO DEL GAS CAMPIONE

La verifica della tenuta del sistema di prelievo e trasporto del gas campione è parte integrante dell'attività di manutenzione periodica svolta dalla ditta fornitrice del SMCE (ABB) e viene eseguita, con frequenza semestrale, secondo le modalità qui di seguito riportate.

Prima di effettuare la verifica della linea di prelievo e trasporto del gas campione si procede alla verifica di eventuali infiltrazioni di aria lungo il percorso pneumatico del gas campione nell'armadio ACF-NT. Questa verifica viene effettuata collegando la bombola di azoto (vedere sezione B.3.1 del presente manuale) alla presa "test gas" ad una pressione di 1.2 bar: così facendo si manda in pressione l'SC block e la cella di misura. Dal tastierino del display si configura lo strumento in "Test Local" e viene letto il valore di tutti i parametri misurati. La concentrazione in tutti i canali di misura deve essere uguale a zero e comunque inferiore all'1% del fondo scala di ogni singolo parametro misurato dal sistema analisi ACF-NT di ABB.

Per la verifica della linea di prelievo e trasporto del gas campione la pressione della bombola viene aumentata a 1.4 bar, lasciandola collegata alla presa "test gas". Sul tastierino si seleziona l'opzione "Test probe": in questo modo si invia l'azoto, tramite il tubo di lavaggio, fino alla sonda

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 32 di 38 |

di prelievo e lo si fa ritornare indietro attraverso la linea riscaldata di trasporto gas. Come nel caso precedente, dal tastierino del display si configura lo strumento in “Test Local” e viene letto il valore di tutti i parametri misurati. La concentrazione in tutti i canali di misura deve essere uguale a zero e comunque inferiore all'1% del fondo scala di ogni singolo parametro misurato dal sistema analisi ACF-NT di ABB.

In caso in cui i valori letti siano superiori all'1% del fondo scala i tecnici della ditta ABB si attivano per risolvere, nel più breve tempo possibile, la problematica.

Gli interventi di verifica in questione vengono registrati, dai tecnici ABB, nel “FOGLIO PRESTAZIONI ESTERNE” con le modalità di cui al paragrafo B.3.2.6 della sezione B.3.2 del presente manuale.

B.3.3.5.2 DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI ACCURATEZZA RELATIVO (I_{AR})

La determinazione dell'Indice di Accuratezza Relativo (I_{AR}) viene effettuata relativamente agli analizzatori in continuo di tipo in situ a misura diretta, per i quali non vengono implementati i procedimenti QAL2 e AST della normativa UNI EN 14181:2005, e riguarda quindi i seguenti parametri dell'effluente gassoso:

- ☐ Portata volumetrica;
- ☐ Temperatura;
- ☐ Pressione.


La determinazione dell' I_{AR} viene effettuata conformemente a quanto specificato nell'Allegato VI alla parte quinta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Per ogni parametro monitorato viene eseguita una serie di campionamenti (tipicamente 6-8 misure) della durata ciascuno di 30 o 60 minuti. I campionamenti sono eseguiti quanto più possibile vicino al punto di prelievo dello SMCE.

I dati ottenuti con i campionamenti sono confrontati con quelli registrati dello SMCE negli stessi intervalli di tempo, secondo il metodo statistico di seguito riportato:

X_i^{rif} l'i-esimo valore determinato con il metodo di riferimento;

X_i^{SME} l'i-esimo valore misurato e registrato dall'SMCE;

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | SEZIONE_B.3.3 |
| | | Pagina 33 di 38 |

è definito X_i come il valore assoluto della differenza dei valori di concentrazione rilevati dai due sistemi:

$$X_i = |X_i^{rif} - X_i^{SME}|$$

detta poi M la media aritmetica degli N valori X_i :

$$M = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

se ne calcola la deviazione standard S:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - M)^2 / (N - 1)}$$

e quindi l'intervallo di confidenza I_c :

$$I_c = t_n \times \frac{S}{\sqrt{N}}$$

nella quale t_n è il valore del t di Student calcolato per un livello di fiducia del 95 % e per n gradi di libertà pari a $N - 1$. I valori di t_n sono riportati nella tabella seguente in funzione del numero N delle misure effettuate.

| N | t_n | N | t_n | N | t_n |
|---|-------|----|-------|----|-------|
| | | 7 | 2,447 | 12 | 2,201 |
| 3 | 4,303 | 8 | 2,365 | 13 | 2,179 |
| 4 | 3,182 | 9 | 2,306 | 14 | 2,160 |
| 5 | 2,776 | 10 | 2,262 | 15 | 2,145 |
| 6 | 2,571 | 11 | 2,229 | 16 | 2,131 |

Si calcola quindi la media dei valori delle concentrazioni rilevate dal sistema di riferimento M_r :


$$M_r = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^{rif}}{N}$$

A questo punto si hanno tutti gli elementi per determinare l'Indice di Accuratezza relativo:

$$IAR = 100 \times \left[1 - \frac{(M + I_c)}{M_r} \right]$$

Il sistema si ritiene verificato ed efficiente se l'Indice di Accuratezza relativo è superiore all'80 %.

Il metodo di prova utilizzato per la determinazione dell' I_{AR} relativamente ai parametri portata volumetrica, temperatura e pressione è il **metodo UNI EN ISO 16911-1:2013**, riconosciuto come metodo standard di riferimento ovvero SRM (Standard Reference Method) emesso dal CEN (metodi EN).

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 34 di 38 |

Il laboratorio esterno che esegue le prove è un laboratorio qualificato e operante con un sistema di assicurazione della qualità accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura”, con i metodi analitici utilizzati anche essi oggetto dell’accreditamento.

B.3.3.5.3 VERIFICA DELLA RAPPRESENTATIVITA’ DELLA SEZIONE DI PRELIEVO

La verifica della rappresentatività della sezione di prelievo viene effettuata secondo quanto definito alla Norma **UNI EN 15259: 2008** (“Misurazioni di emissioni da sorgente fissa: – Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell’obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione”).

Al fine di ottenere dei dati congruenti con le effettive concentrazioni emesse, le misure delle emissioni nei flussi gassosi convogliati devono essere eseguite su una superficie in cui le condizioni del flusso siano omogenee (assenza di vortici o flussi negativi locali) e prevalentemente stazionarie.

Solitamente i suddetti requisiti sono soddisfatti in tratti di condotto rettilinei, a forma e sezione costante, di almeno 7 diametri idraulici di lunghezza. La sezione di prelievo deve pertanto essere posizionata ad almeno 5 diametri idraulici a valle dell’ultima discontinuità e 2 diametri idraulici a monte della discontinuità successiva (5 in caso di sbocco diretto in atmosfera).

Il diametro idraulico è così definito:

$$D_h = 4 \cdot \frac{A}{P_p}$$


Dove:

D_h è il diametro idraulico del condotto sul quale effettuare il campionamento;

A è l’area della sezione di misura;

P_p è il perimetro del condotto di misura.

Le specifiche geometriche relative alla sezione di prelievo, da sole, non garantiscono la distribuzione omogenea dei contaminanti in emissione su tutto il piano di campionamento. Il punto o i punti di prelievo saranno individuati a valle di un’indagine preliminare finalizzata alla valutazione dell’omogeneità del flusso.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 35 di 38 |

Fatti salvi i casi specifici relativi alle determinazioni di polveri per le quali è obbligatorio il campionamento multipunto in affondamento, per i restanti parametri, i quali sono presenti in fase gassosa, è possibile scegliere tra un prelievo puntuale statico o in affondamento a seconda del grado di omogeneità spazio/temporale dell'inquinante.

La valutazione dell'omogeneità degli inquinanti sulla sezione di prelievo prevede l'utilizzo di due sistemi di misura indipendenti operanti in parallelo: il primo ad installazione fissa e il secondo mobile, operante per affondamenti progressivi, sui diversi punti di accesso da esplorare. Nello specifico il sistema di misura utilizzato per la determinazione dello specifico parametro sulle maglie del reticolo di prelievo è il sistema di riferimento (SRM), mentre il sistema operante a punto fisso è rappresentato dal sistema di misurazione automatico (SMCE) installato.

La procedura per la verifica prevede la valutazione della variazione spazio-temporale di un parametro rappresentativo della composizione del gas di camino, solitamente ossigeno (O₂), secondo quanto di seguito specificato:


- ❑ definizione del reticolo di campionamento ai sensi della norma UNI EN 15259: 2008;
- ❑ installazione della sonda del sistema di riferimento mobile (SRM) per le misure secondo il reticolo definito;
- ❑ verifica della sonda del sistema automatico di misura indipendente (SMCE) a punto fisso;
- ❑ regolazione dei flussi di aspirazione dei due sistemi al fine di allinearne i tempi di risposta;
- ❑ esecuzione delle misure in parallelo (SMCE-punto fisso e SRM-punto mobile);
- ❑ per ciascun punto del reticolo vengono registrati i valori acquisiti dal sistema mobile ($y_{i,grid}$) e dal sistema a punto fisso ($y_{i,ref}$);
- ❑ per ogni punto di campionamento i , si determina il rapporto r_i così definito:

$$r_i = \frac{y_{i,grid}}{y_{i,ref}}$$

e, successivamente, la media dei rapporti \bar{r} calcolata sugli N punti costituenti il reticolo:

$$\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$$

vengono poi calcolate le deviazioni standard per il sistema mobile (s_{grid}), e per il sistema di riferimento fisso (s_{ref}):

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 36 di 38 |

$$s_{grid} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_{i,grid} - \bar{y}_{grid})^2}$$

$$s_{ref} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_{i,ref} - \bar{y}_{ref})^2}$$

La deviazione standard s_{ref} si riferisce a variazioni di concentrazione nel tempo dovute a fluttuazioni del processo. La deviazione standard s_{grid} tiene conto, invece, delle variazioni di concentrazione in funzione della posizione all'interno del condotto.

Se $s_{grid} \leq s_{ref}$, la distribuzione del gas nella sezione di misura può ritenersi omogenea e il campionamento può essere, quindi, eseguito in punto qualsiasi della sezione verificata.

In caso di mancato superamento del test si procede al calcolo dell' *F-factor* secondo la formula:

$$F = \frac{s_{grid}^2}{s_{ref}^2}$$

Se

$$F\text{-factor} \leq F_{(N-1; N-1; 0,95)}$$


ove $F_{(N-1; N-1; 0,95)}$ è funzione del numero N dei punti di campionamento la distribuzione del gas nella sezione di misura può ritenersi omogenea e il campionamento può essere, quindi, eseguito in un punto qualsiasi della sezione verificata.

Nel caso in cui anche il suddetto test fornisca esito negativo, si determinano la deviazione standard di posizione (s_{pos}), e la corrispondente incertezza estesa (U_{pos}):

$$s_{pos} = \sqrt{s_{grid}^2 - s_{ref}^2}$$

$$U_{pos} = t_{N-1;0,95} \times s_{pos}$$

dove $t_{N-1;0,95}$ è il t di Student per un numero di gradi di libertà pari a N-1 con un livello di confidenza del 95% (vedi valori in tabella seguente). Quindi viene confrontata l'incertezza estesa di posizione con quella massima ammissibile U_{perm} (vedere par. 8.3. punto "k" della

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 37 di 38 |

normativa UNI EN 15259: 2008).

Se $U_{pos} \leq 0,5 U_{perm}$ le misure possono essere eseguite in un punto rappresentativo nel piano di misura, dal momento che il contributo di incertezza dovuto alla disomogeneità dei gas è trascurabile rispetto a quella totale. Il punto della griglia rappresentativo sarà quello con il rapporto di r_i più vicino a \bar{r} (valore medio dei rapporti).

Se $U_{pos} > 0,5 U_{perm}$ le future determinazioni dei parametri dovranno essere eseguite in affondamento su tutti i punti del reticolo.


Inoltre, al fine di valutare l'omogeneità della distribuzione delle concentrazioni nella sezione di prelievo viene calcolato il valore medio delle concentrazioni di O_2 acquisite dal sistema mobile). La condizione affinché l'omogeneità sia tale da permettere dei campionamenti veritieri è che per tutti i gradi di affondamento risulti:

$$\bar{C} \cdot 0,95 < C_i < \bar{C} \cdot 1,05$$

dove:

C_i è il valore di concentrazione misurato in corrispondenza dell'affondamento in oggetto;

\bar{C} è la media dei valori misurati per i diversi affondamenti.

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | MANUALE SMCE – RASSINA (AR) | MSMCE-RAS SEZIONE_B.3.3 |
| | GESTIONE DEL SMCE VERIFICHE PERIODICHE | Pagina 38 di 38 |

B.3.3.6 ALLEGATI

- ❑ **CERTIFICAZIONI DI INCERTEZZA STANDARD QAL1** ;
- ❑ **REPORT SETTIMANALE** (Verifica validità campo di taratura);
- ❑ **PROTOCOLLO DI GESTIONE PROCEDIMENTO QAL3**;
- ❑ **REPORT CUSUM DI ZERO** (Controllo della deriva e della precisione di zero);
- ❑ **REPORT CUSUM DI SPAN** (Controllo della deriva e della precisione di span);