



C.T. SISTEMI srl

**SISTEMA MONITORAGGIO EMISSIONI
ENI- Divisione Refining & Marketing
Raffineria di Sannazzaro de Burgondi (PV)
Elaborazione Dati**

MT01E0018R01

Revisione 00

20.01.2006



ENI

Divisione Refining & Marketing
Raffineria di Sannazzaro de Burgondi (PV)
Sistema Monitoraggio Emissioni
Elaborazione Dati

00	20.01.2006	Versione iniziale			ABB		Dott. Gioventù		Dott. Saetti						
					Preparato		Verificato		Approvato						
DOCUMENTO				M	T	0	1	E	0	0	1	8	R	0	0



Contenuto

1	INTRODUZIONE	3
2	ELABORAZIONE DELLE MISURE	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.2	NORMALIZZAZIONE.....	4
2.3	NORMALIZZAZIONI PER LE DIVERSE STRUMENTAZIONI DI MISURA.....	6
2.3.1	<i>Strumentazione della famiglia Advance Optima</i>	6
2.3.2	<i>Misura delle Polveri per estinzione</i>	6
2.4	CALCOLO DELLE MEDIE.....	6
2.4.1	<i>Media Oraria</i>	6
2.4.2	<i>Minimo Tecnico e Normal Funzionamento</i>	7
2.4.3	<i>Medie Giornaliere, 48 e 720 Ore Normal Funzionamento, Settimanali e Mensili</i>	8
2.5	CASI PARTICOLARI.....	9
2.5.1	<i>Ossidi di Azoto</i>	9
2.5.2	<i>Misura delle Polveri per Estinzione</i>	9
2.5.3	<i>Misura della Portata Fumi da segnale differenziale di Pressione</i>	9
2.6	FLUSSI DI MASSA.....	10
3	SCHEMI DI FLUSSO DELLE ELABORAZIONI	11
3.1	ELABORAZIONI DATO ELEMENTARE TAL QUALE.....	11
3.2	ELABORAZIONE DATO ELEMENTARE TAL QUALE POLVERI.....	12
3.3	ELABORAZIONE MEDIA ORARIA TAL QUALE.....	13
3.4	ELABORAZIONE MEDIA ORARIA A CONDIZIONI NORMALI (POLVERI).....	14
3.5	ELABORAZIONE MEDIA ORARIA AL SECCO.....	15
3.6	ELABORAZIONE STATO IMPIANTO.....	16
3.7	ELABORAZIONE MEDIA ORARIA RIFERIMENTO OSSIGENO.....	17
3.8	ELABORAZIONE MEDIA ORARIA FLUSSI DI MASSA.....	18
3.9	ELABORAZIONE MEDIA GIORNALIERA.....	19
3.10	ELABORAZIONE MEDIA MENSILE.....	20



1 Introduzione

Il presente documento descrive i principi di elaborazione utilizzati dal sistema monitoraggio emissioni (abbreviato SME).

Per sistema di elaborazione emissioni si intende l'insieme dei programmi di acquisizione, elaborazione e presentazione delle misure di concentrazione di alcuni componenti presenti nelle emissioni gassose prodotte da generici processi industriali. Questo insieme di programmi di elaborazione viene eseguito su un computer con sistema operativo Windows 2000 e successivi e colloquia mediante opportune interfacce con la strumentazione di prelievo, trattamento e misura, alloggiata in adeguati armadi o cabine posti in prossimità dei punti di emissione (camini).

Il 'cuore' del sistema di elaborazione è basato su un prodotto software di acquisizione e controllo commerciale (Wizcon) a cui sono stati affiancati una serie di moduli ad hoc per la realizzazione delle funzionalità applicative più specifiche.

A Wizcon sono demandati i compiti di acquisizione dalla strumentazione, conversioni ingegneristiche, gestione del database storico, gestione degli allarmi e dei trends, presentazione grafica e animazioni. I moduli applicativi eseguono le funzioni di elaborazioni di Legge e la produzione dei report richiesti dalle Autorità di Controllo.

Il capitolo 2 introduce le modalità e regole per l'acquisizione e il calcolo utilizzati dal sistema monitoraggio emissioni. Tali regole derivano da una serie di normative nazionali o di derivazione comunitaria che regolano le modalità di prelievo, trattamento, elaborazione, presentazione e confronto delle misure delle emissioni gassose prodotte dai processi industriali.



2 Elaborazione delle Misure

Una serie di normative di Legge regolano le modalità di elaborazione e presentazione dei dati acquisiti dal sistema di analisi. Nei paragrafi seguenti sono riportate le regole di elaborazione adottate dal sistema monitoraggio emissioni senza entrare nel merito delle modalità di prelievo del campione, trattamento e misura per le quali di rimanda alla documentazione della specifica soluzione impiantistica adottata.

2.1 Riferimenti Normativi

Le elaborazioni delle misure effettuate dal sistema monitoraggio emissioni sono conformi ai dettati dei seguenti provvedimenti legislativi:

- Decreto 24 Maggio 1988, n. 203, “Norme in materia di qualità dell’aria...”
- Decreto 8 Maggio 1989, “Limitazione delle emissioni nell’atmosfera...”
- Decreto 21 Dicembre 1995, “Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti industriali”;
- Decreto 19 Novembre 1997, n. 503, di attuazione delle direttive CEE 89/369 e 89/429;
- Decreto Regione Lombardia 29 Agosto 1997, n. 3536, “Criteri e procedure per la gestione del Sistema Monitoraggio delle Emissioni di impianti termoelettrici.”
- Decreto 5 Febbraio 1997, n.22, di attuazione delle direttive 91/156/CEE, 91/689/CEE e 94/62/CE;
- Decreto 25 Febbraio 2000, n. 124, di attuazione della direttiva 94/67/CE;
- DDUO Regione Lombardia del 29 Dicembre 2000, n. 33399;
- Ordinanza 30 Marzo 2001, Ministero della Sanità.;
- Direttiva del Parlamento Europeo 2000/76/CE del 4 Dicembre 2000;
- Direttiva del Parlamento Europeo 2001/80/CE del 23 Ottobre 2001;
- DDUO Regione Lombardia del 30 Gennaio 2004, n.1024

Tali provvedimenti definiscono le procedure di normalizzazione, di calcolo delle medie delle misure nonché i limiti a cui il gestore dell’impianto deve aderire.

Alle norme di carattere nazionali sono solitamente associate norme a validità locale, emanate da enti di controllo competenti quali le Amministrazioni Provinciali o Regionali.

2.2 Normalizzazione

Con il termine NORMALIZZARE si intendono una serie di operazioni o calcoli matematici atti a riportare a ‘CONDIZIONI NORMALI’ le caratteristiche chimico - fisiche di un generico gas. Un gas si dice a ‘Condizioni Normali’ quando è stivato alla temperatura di 0 °C e alla pressione di 1013 hPa.

In aggiunta alla normalizzazione a 0°C e 1013 hPa, le normative impongono la normalizzazione delle misure ‘a gas secco’ e con un valore di ‘ossigeno di riferimento’. Ciò deriva dalla necessità di omogeneizzare le misure delle concentrazioni delle emissioni tra i diversi impianti.



La formula per la normalizzazione della concentrazione di un generico componente è data da:

$$M_N = M_{TQ} * C_T * C_P * C_U * C_O$$

Dove M_N è la misura Normalizzata

M_{TQ} è la misura Tal Quale acquisita dalla strumentazione

C_T è il coefficiente di correzione in Temperatura, dato da:

$$C_T = \frac{273 + T}{273} \quad \text{dove T è la Temperatura misurata in } ^\circ\text{C del Gas}$$

C_P è il coefficiente di correzione in Pressione, dato da:

$$C_P = \frac{1013}{P} \quad \text{dove P è la Pressione misurata in hPa del Gas}$$

C_U è il coefficiente di correzione a Gas Secchi, dato da:

$$C_U = \frac{100}{100 - U} \quad \text{dove U è la misura \%V dell'umidità del Gas}$$

C_O è il coefficiente di correzione in Ossigeno, dato da:

$$C_O = \frac{21 - O_{RIF}}{21 - O_{MIS}} \quad \text{dove } O_{MIS} \text{ è la misura \%V dell'ossigeno del Gas}$$

e O_{RIF} è la misura \%V dell'ossigeno di riferimento determinato dall'ente di Controllo

Le formule riportate qui sopra si prestano ad alcuni commenti:

- I coefficienti di correzione si basano su alcuni parametri del gas come rilevati in camera di misura. Come si vedrà nel paragrafo seguente, solo per i metodi di analisi 'in sito' vanno considerati i valori misurati sui fumi nel punto di emissione.
- Il coefficiente di correzione in pressione risulta solitamente trascurabile e molto prossimo a 1. In molti casi la misura della pressione non viene neppure implementata.
- Il coefficiente di correzione in Ossigeno può raggiungere valori molto elevati con l'approssimarsi del valore dell'ossigeno misurato al 21%. Ciò solitamente si verifica durante le fasi di fermata o avvio dell'impianto. In condizioni di normale esercizio, il tenore di ossigeno dovrebbe essere prossimo al valore di riferimento, fissato dagli Enti di Controllo, e solitamente pari a:
 - 10% o 11% per gli impianti di incenerimento rifiuti;
 - da 3% a 6% per gli impianti alimentati ad olio combustibile, gasolio o gas naturale;
 - 15% per gli impianti tipo turbogas;
- Nel capitolo dedicato alle validazioni delle medie orarie, sono illustrati alcuni accorgimenti, previsti dalle normative, per limitare l'effetto del termine di correzione in ossigeno in condizioni di esercizio non ideali.



2.3 Normalizzazioni per le diverse Strumentazioni di Misura

I paragrafi seguenti illustrano le modalità di applicazione delle formule di normalizzazione in funzione delle diverse realizzazioni strumentali solitamente adottate.

2.3.1 *Strumentazione della famiglia Advance Optima*

A questa famiglia appartiene la strumentazione tipo URAS, MAGNOS, ecc. . La realizzazione impiantistica solitamente prevede l'utilizzo di un frigo che raffredda il gas analizzato prima dell'immissione in camera di misura che garantisce una temperatura prossima ai 0°C (inferiore a 4 °C per i dispositivi tipo CGE6). In queste condizioni i fattori di normalizzazione risultano:

- C_T : risulta uguale a 1 perché la camera di misura è alla temperatura di 0°C circa;
- C_p : viene assunto uguale a 1;
- C_U : viene assunto uguale a 1 perché l'umidità dei fumi viene abbattuta dal raffreddamento del gas effettuata prima della misura;
- C_O : è dato dalla formula illustrata al paragrafo 2.2.

2.3.2 *Misura delle Polveri per estinzione*

L'analisi delle polveri utilizzando la misura dell'opacità dei fumi avviene 'in sito' cioè direttamente nel punto di emissione. In questo caso tutti i parametri fisici sono rilevanti per il calcolo della misura normalizzata:

- C_T : è dato dalla formula illustrata al paragrafo 2.2 considerando la temperatura dei fumi, quando rilevata, o un valore stimato negli altri casi.
- C_p : è dato dalla formula illustrata al paragrafo 2.2 considerando la pressione dei fumi, quando rilevata o viene assunto uguale a 1 negli altri casi;
- C_U : è dato dalla formula illustrata al paragrafo 2.2.
- C_O : è dato dalla formula illustrata al paragrafo 2.2.

2.4 Calcolo delle Medie

Il decreto 21 Dicembre 1995 definisce in modo puntuale le regole di calcolo delle medie delle misure nei sistemi di monitoraggio emissioni. In sintesi i criteri fondamentali sono:

- Ad ogni media prodotta deve essere associato un indice di qualità o disponibilità che indichi la 'bontà' della misura stessa e le 'performance' del sistema di misura;
- La base di calcolo delle medie di durata superiore all'ora è la media oraria normalizzata;
- Ad ogni media oraria deve essere associato un parametro che indica lo stato dell'impianto, ovvero se questo è in una condizione di esercizio superiore o inferiore al "minimo tecnico".

Inoltre va ricordato che i dispositivi di Legge si riferiscono sempre all'ora solare come periodo di osservazione.

2.4.1 *Media Oraria*

Il decreto 21 Dicembre 1995 prevede specifiche regolamentazioni in relazione al calcolo della media oraria delle emissioni.e una serie di procedure per la validazione della media stessa.

In aggiunta alle disposizioni del decreto 21 Dicembre 1995, vengono adottate anche le procedure elaborate dalla Regione Lombardia, e in particolare:

- Ogni misura prodotta dalla strumentazione viene campionata dal sistema di elaborazione inferiore ai 10 secondi (misura elementare);
- Ogni minuto viene calcolata la media minuto tal quale come media aritmetica delle misure elementari valide rilevate nel minuto precedente.



- La media minuto tal quale viene dichiarata valida se almeno una delle misure elementari acquisita durante il minute è valida;
- Tra le cause che possono produrre l'invalidità della misura elementare (oltre alle cause impiantistiche, di natura elettrica, calibrazioni e tarature) viene applicata la regola dello scarto massimo tra una misura elementare e la seguente, come previsto dal DM 21/12/95. Il valore dello scarto massimo è uno dei parametri che è possibile impostare dal sistema monitoraggio emissioni.
- Dalle medie minuto tal quali vengono elaborate le medie minuto normalizzate mediante le formule di normalizzazione del paragrafo 2.2 e utilizzando le medie minuto delle misure di riferimento come base di calcolo.
- Al termine dell'ora sono calcolate le medie orarie tal quali come media aritmetica dei valori elementari validi. Alla media oraria tal quale è associato un indice di disponibilità pari alla percentuale di valori elementari validi. La media viene dichiarata valida se l'indice di disponibilità è superiore al 70%. In caso contrario un messaggio di diagnostica viene registrato nel database storico degli eventi del sistema.
- In base al DM 21/12/95 viene calcolato il massimo scarto tra le misure elementari valide acquisite durante l'ora. Il valore del massimo scarto deve essere compreso tra due parametri prefissati e determinati in base alle caratteristiche dell'impianto e della misura stessa. Se lo scarto massimo delle misure elementari non è compreso tra i parametri prefissati, la media oraria viene dichiarata non valida e un messaggio di diagnostica viene registrato nel database storico degli eventi del sistema monitoraggio emissioni.
- Il calcolo della media oraria normalizzata viene eseguito secondo le formule del punto 2.2 utilizzando come base la media oraria tal quale delle misure degli inquinanti e delle misure di riferimento. Nel caso una misura di riferimento (ad esempio l'Ossigeno) risulti non valida, la media normalizzata dell'inquinante viene dichiarata non valida e posta uguale a zero.
- La media oraria normalizzata ottenuta deve risultare, secondo il DM 21/12/95, compresa tra sue parametri prefissati per risultare valida e utilizzabile per le elaborazioni successive. Nel caso che non lo sia, il sistema elaborazione emissioni la dichiara non valida registrando un opportuno messaggio di diagnostica nel database storico degli eventi del sistema.

Al termine delle elaborazioni qui sopra descritte viene prodotta una media oraria normalizzata associata ad un attributo di validità e ad un indice di disponibilità. Tale media può essere già utilizzata per valutare il rispetto dei limiti di emissioni imposti dalle Autorità di Controllo.

Il calcolo delle medie successive deve essere eseguito associando la misura della media oraria allo stato dell'impianto o 'normal funzionamento'.

2.4.2 Minimo Tecnico e Normal Funzionamento

Con "Minimo Tecnico" si intende il carico minimo di processo compatibile con l'esercizio dell'impianto in condizione di regime. Il valore del minimo tecnico deve essere indicato dal gestore dell'impianto e può essere impostato tra i parametri di elaborazione del sistema monitoraggio emissioni. Quando l'impianto è in condizioni di esercizio superiori al minimo tecnico si dice in 'Normal Funzionamento'.

Il sistema di monitoraggio emissioni prevede due metodologie per la determinazione dello stato di normal funzionamento:

- Quando la misura di un parametro impiantistico rilevato (ad esempio la potenza generata) è superiore alla soglia di minimo (tecnico);
- Attraverso un segnale digitale acquisito dal sistema che indica la condizione di impianto a regime.

In entrambi i casi la determinazione dello stato di normal funzionamento viene eseguita su base oraria secondo le procedure della Regione Lombardia. L'impianto viene dichiarato in 'normal funzionamento' se almeno per il 70% delle misure dell'ora risulta in condizioni di esercizio superiori al minimo tecnico.



Negli impianti di incenerimento la determinazione del minimo tecnico può risultare molto difficoltosa. Per questi impianti il DM 503 indica di considerare lo stato dell'impianto in esercizio per la determinazione del normal funzionamento.

2.4.3 Medie Giornaliere, 48 e 720 Ore Normal Funzionamento, Settimanali e Mensili

Per il calcolo delle medie di periodi di osservazione di durata superiore all'ora vengono utilizzate le medie orarie normalizzate correlate con lo stato di normal funzionamento. Le linee guida delle procedure di calcolo sono dettate dal Decreto 21 Dicembre 1995 come segue:

- La media Giornaliera deve essere riferita al giorno del calendario non deve essere calcolata se il numero di ore di normal funzionamento è inferiore a 6;
- La media Giornaliera è calcolata come la media aritmetica delle medie orarie valide in condizioni di normal funzionamento elaborate durante giorno.
- La media Giornaliera è valida se ha un indice di disponibilità superiore al 70%. L'indice di disponibilità è dato dal rapporto tra il numero di medie orarie valide in condizioni di normal funzionamento e il numero di ore di normal funzionamento rilevate durante il giorno.
- La media Settimanale viene calcolata giornalmente sui sette giorni precedenti (media mobile) in presenza di almeno 42 ore di normal funzionamento. La media Settimanale è valida se l'indice di disponibilità è superiore al 70%;
- La media Mensile viene riferita al mese del calendario in presenza di almeno 144 ore di normal funzionamento. La media mensile è valida se l'indice di disponibilità è superiore al 80%.
- La media delle 48 ore di normal funzionamento viene calcolata considerando un periodo di osservazione comprendente 48 ore di normal funzionamento. Tale media è caratterizzata dall'ora di inizio e termine del periodo di osservazione ed è valida se l'indice di disponibilità risulta superiore al 70%.
- La media delle 720 ore di normal funzionamento viene calcolata considerando un periodo di osservazione comprendente 720 ore di normal funzionamento. Tale media è caratterizzata dall'ora di inizio e termine del periodo di osservazione ed è valida se l'indice di disponibilità risulta superiore al 80%.

2.5 Casi Particolari

In base ai provvedimenti normativi già citati, alcune delle misure rilevate dal Sistema Monitoraggio Emissioni sono calcolate e rappresentate in modo particolare.

2.5.1 Ossidi di Azoto

Gli ossidi di Azoto (NO_x) vengono espressi sempre come concentrazione di Biossido di Azoto. Si possono presentare le seguenti situazioni:

- Se è realizzata solamente la misura del NO, questa deve essere espressa come concentrazione normalizzata di NO₂, incrementata del 5% per tenere conto della concentrazione residua di NO₂. Viene quindi applicata la seguente formula:

$$C_{NOx} = \frac{C_{NO} * 1.53}{0.95} \quad \text{Dove 1.53 è il rapporto tra i pesi molecolari di NO e NO}_2$$

- Se le misure di NO e NO₂ sono entrambe realizzate, la concentrazione complessiva degli ossidi di azoto è data da:

$$C_{NOx} = C_{NO2} + C_{NO} * 1.53$$

2.5.2 Misura delle Polveri per Estinzione

Il calcolo della concentrazione delle polveri mediante la misura dell'opacità dei fumi utilizza la seguente formula (retta di regressione lineare):

$$C_{PLV} = K_O + K_G * V_{EST}$$

Dove K_O è il coefficiente 'Offset' o 'Zero' della retta
 K_G è il coefficiente 'Guadagno' o 'Pendenza' della retta
 V_{EST} è il valore dell'estinzione misurata dallo strumento.

Il sistema monitoraggio emissioni richiede l'impostazione dei coefficienti di regressione lineare ottenuti per via sperimentale mediante la campagna gravimetrica.

2.5.3 Misura della Portata Fumi da segnale differenziale di Pressione

La misura della portata fumi può essere realizzata con strumentazione che trasmette un segnale differenziale di pressione Δp (ad esempio, DFL100 della Durag). La misura della portata a condizioni normali si ottiene dalla formula:

$$Q_{cn} = K * \Delta p * \sqrt{P_f} / \sqrt{T_f + 273.15}$$

Dove P_f è la pressione fumi misurata (mBar), T_f la temperatura fumi (°C) e $\sqrt{\quad}$ rappresenta la funzione radice quadrata. K è un coefficiente di ?

La portata fumi viene portata al secco utilizzando la misura dell'umidità fumi (H₂O) acquisita dalla strumentazione mediante la formula:

$$Q_s = Q_{cn} * (100 - H_2O) / 100$$



2.6 Flussi di Massa

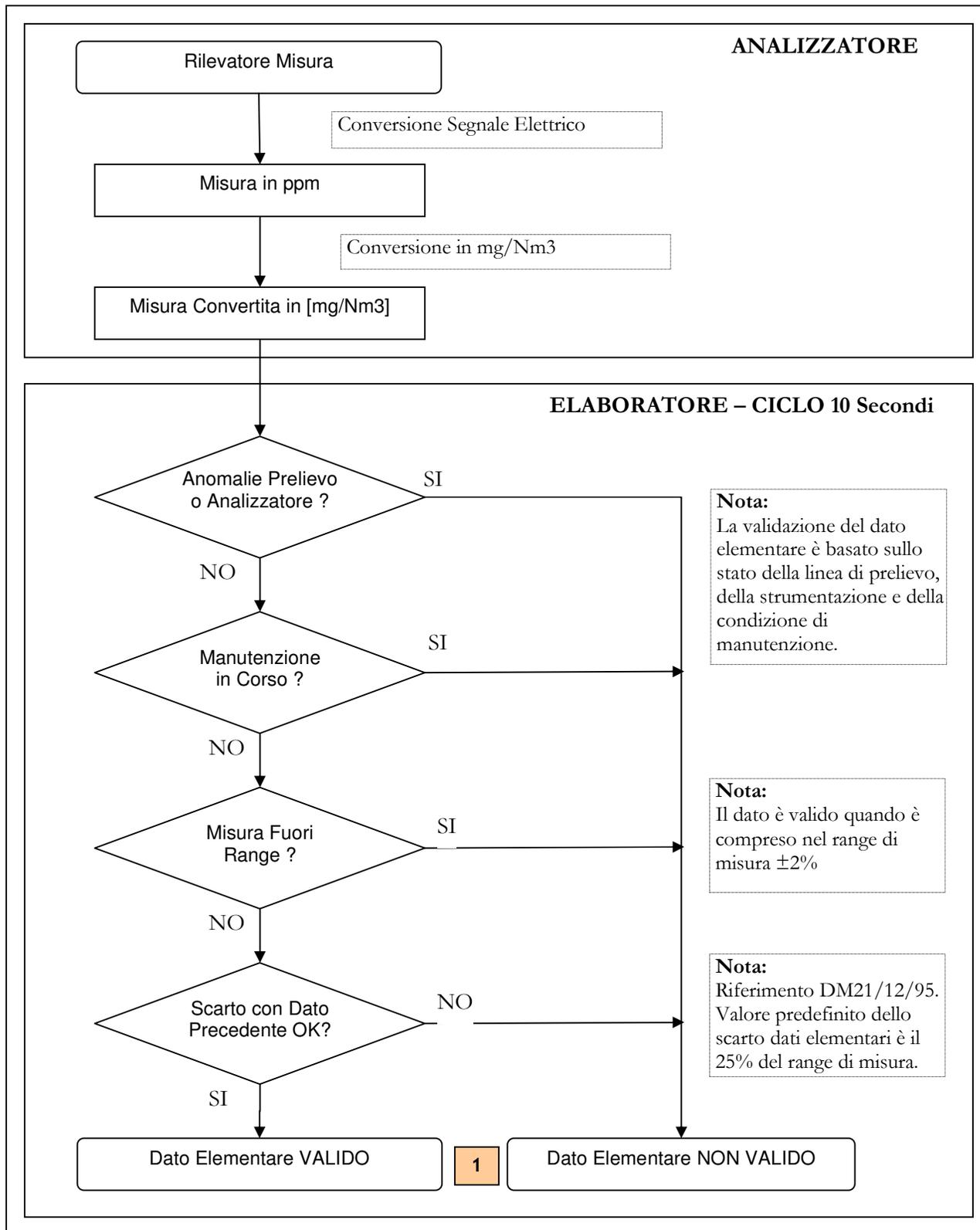
Il calcolo dei flussi di massa utilizza le medie orarie riportate a condizioni normali sia per i parametri analitici che per la misura della portata fumi. Il valore della portata massica oraria, ottenuta dal prodotto della media del parametro per la media della portata fumi, viene riportato in g/h per tutte le misure ad esclusione della CO₂ che viene espressa in Kg/h.

L'elaborazione delle medie giornaliere, mensili e annuali segue gli stessi criteri previsti dal DM 21/12/95 e descritti nei paragrafi precedenti.



3 Schemi di Flusso delle Elaborazioni

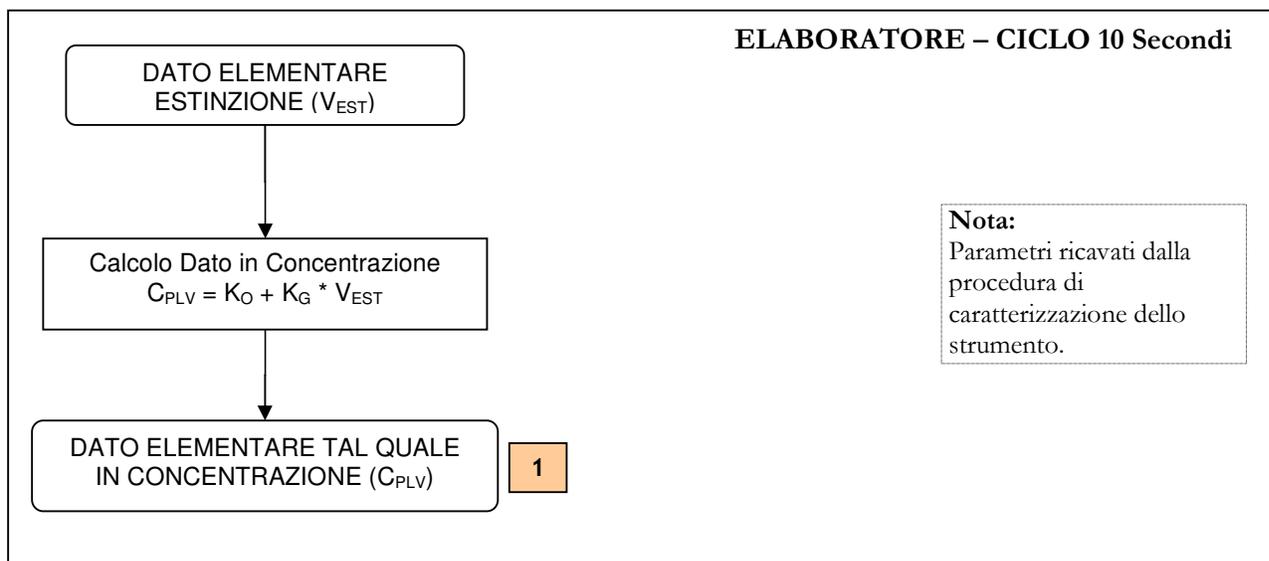
3.1 Elaborazioni DATO ELEMENTARE TAL QUALE





L'elaborazione rappresentata nel precedente flow chart si applica a tutte i parametri analitici rilevati dalla strumentazione compresi il trasmettitore di portata, temperatura, pressione e l'opacimetro.

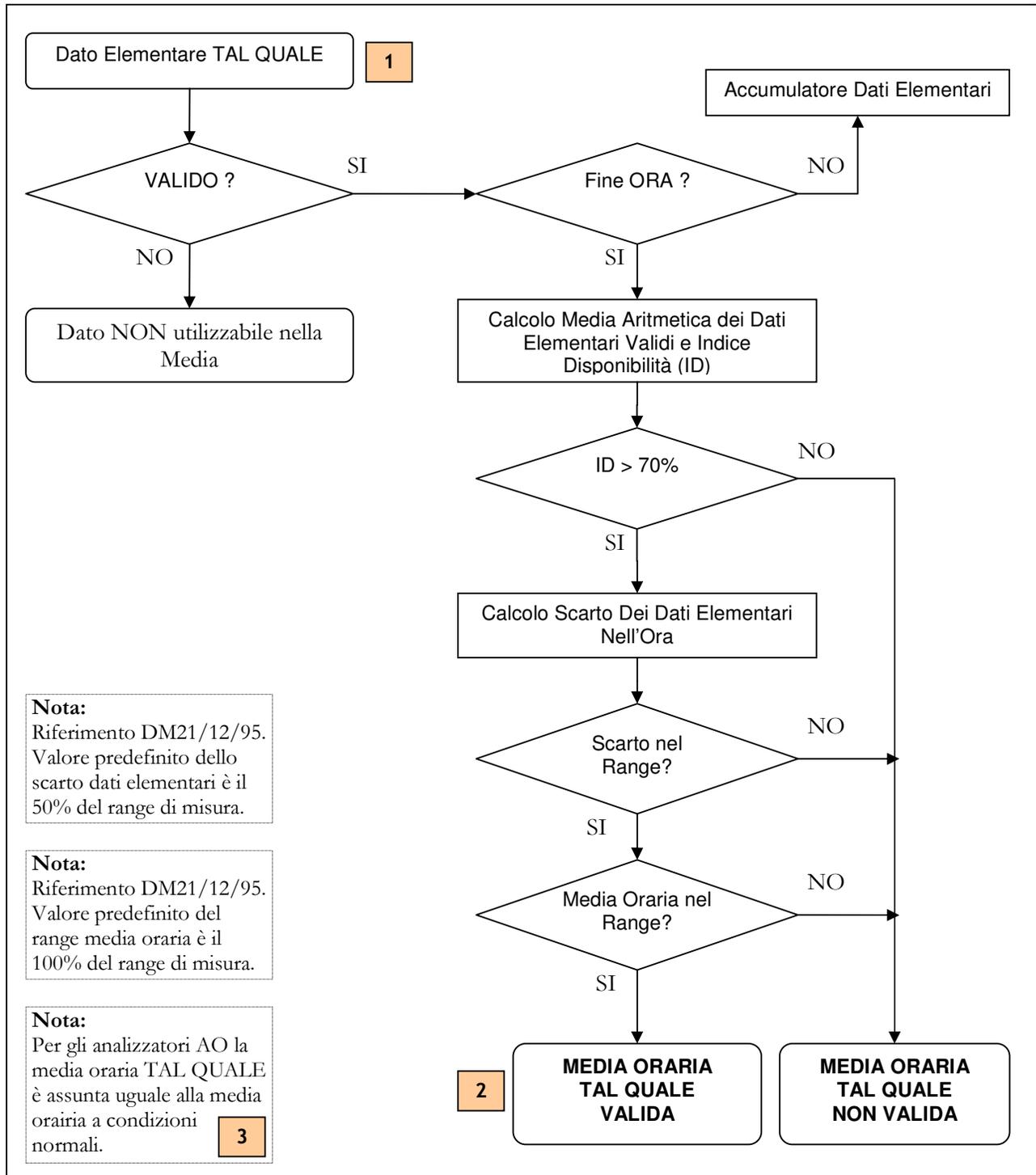
3.2 Elaborazione DATO ELEMENTARE TAL QUALE POLVERI

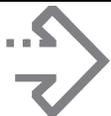




3.3 Elaborazione Media Oraria TAL QUALE

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.

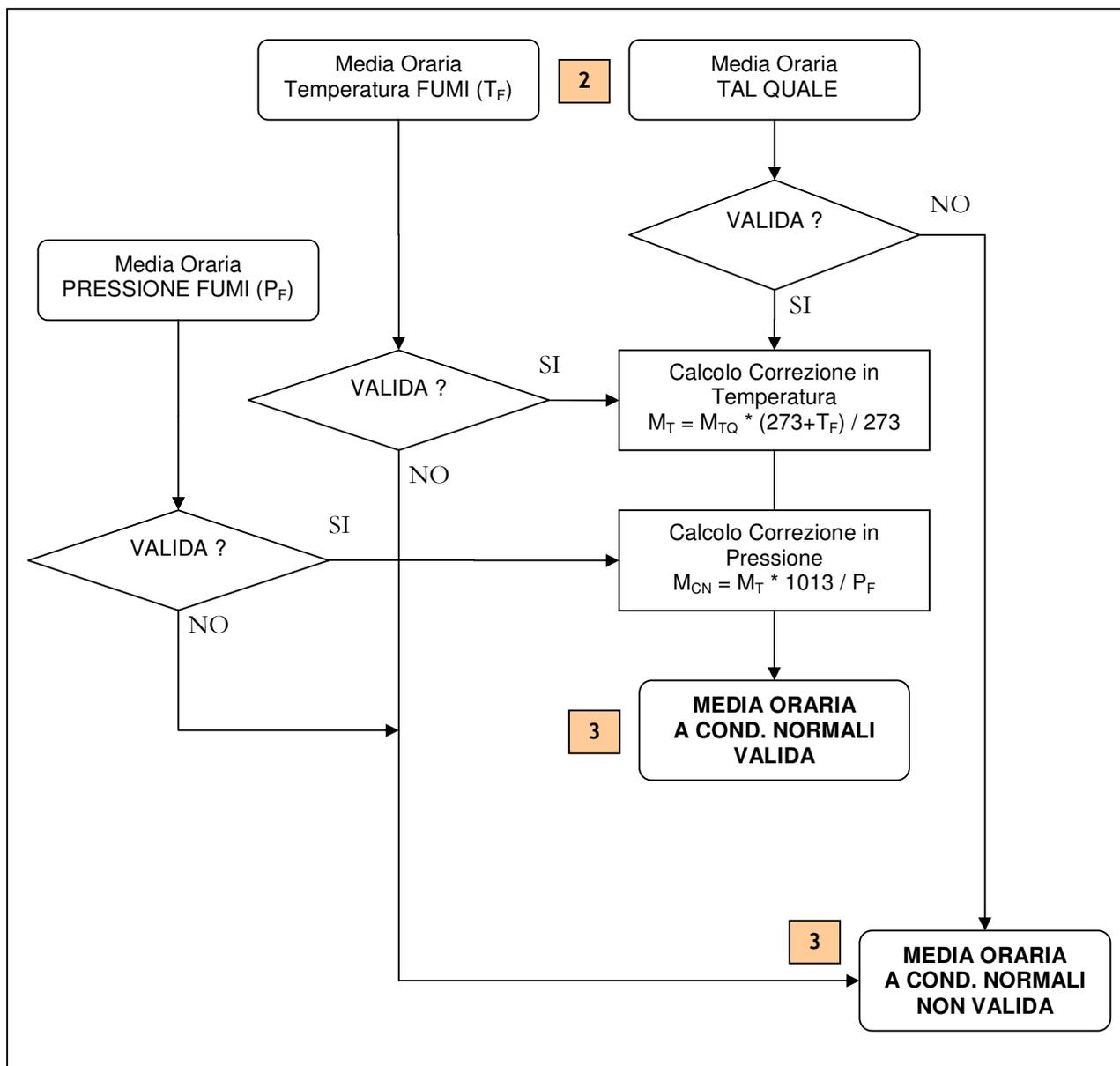


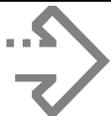


3.4 Elaborazione Media Oraria a CONDIZIONI NORMALI (POLVERI)

L'elaborazione della media oraria a condizioni normali delle polveri richiede le correzioni in temperatura e pressione polveri trattandosi di una misura in situ.

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.

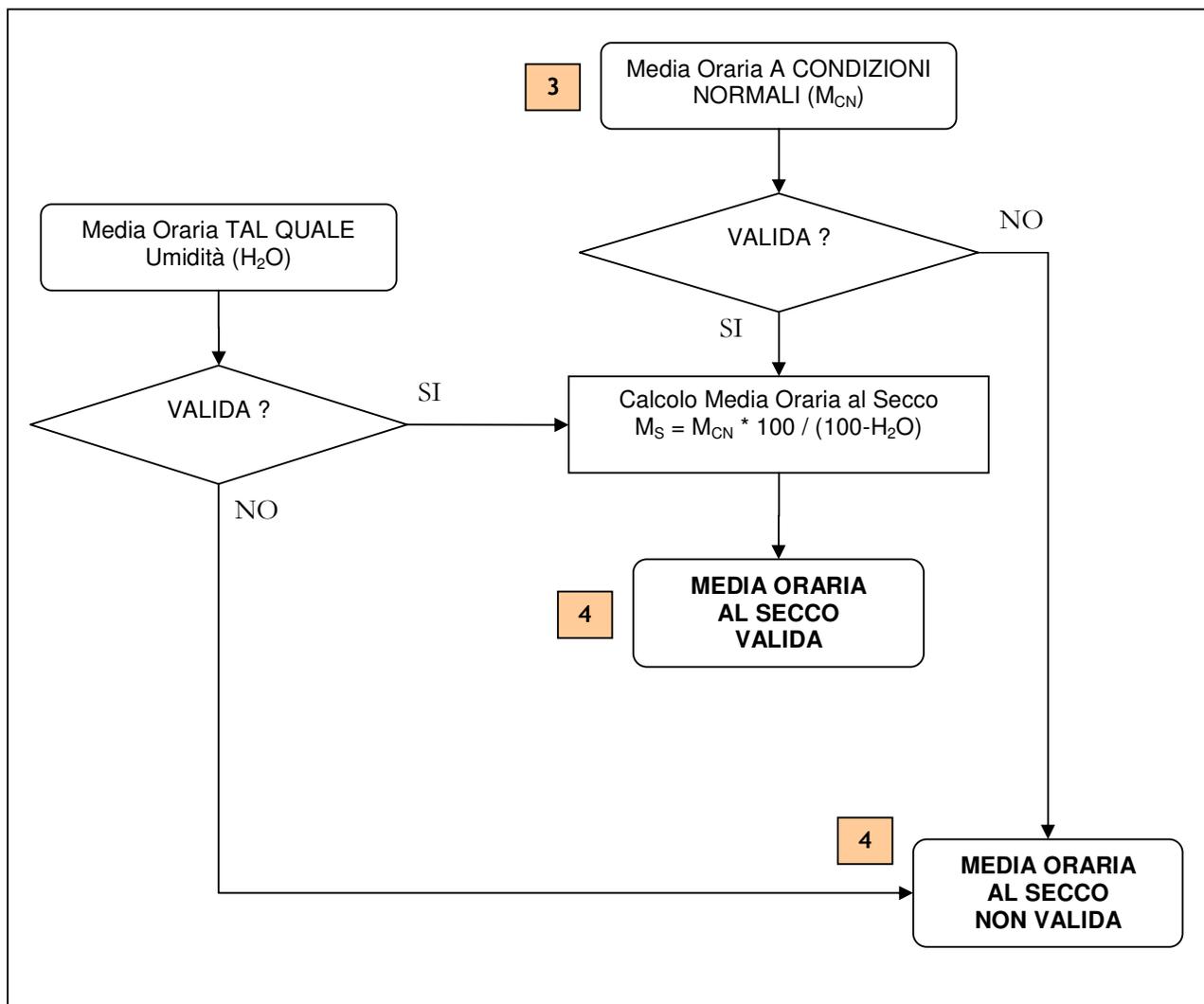




3.5 Elaborazione Media Oraria AL SECCO

Alcuni parametri rilevati dagli analizzatore quali l'opacimento e il trasmettitore di portata sono su base umida e devono essere riportate al secco secondo le disposizioni di Legge.

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.

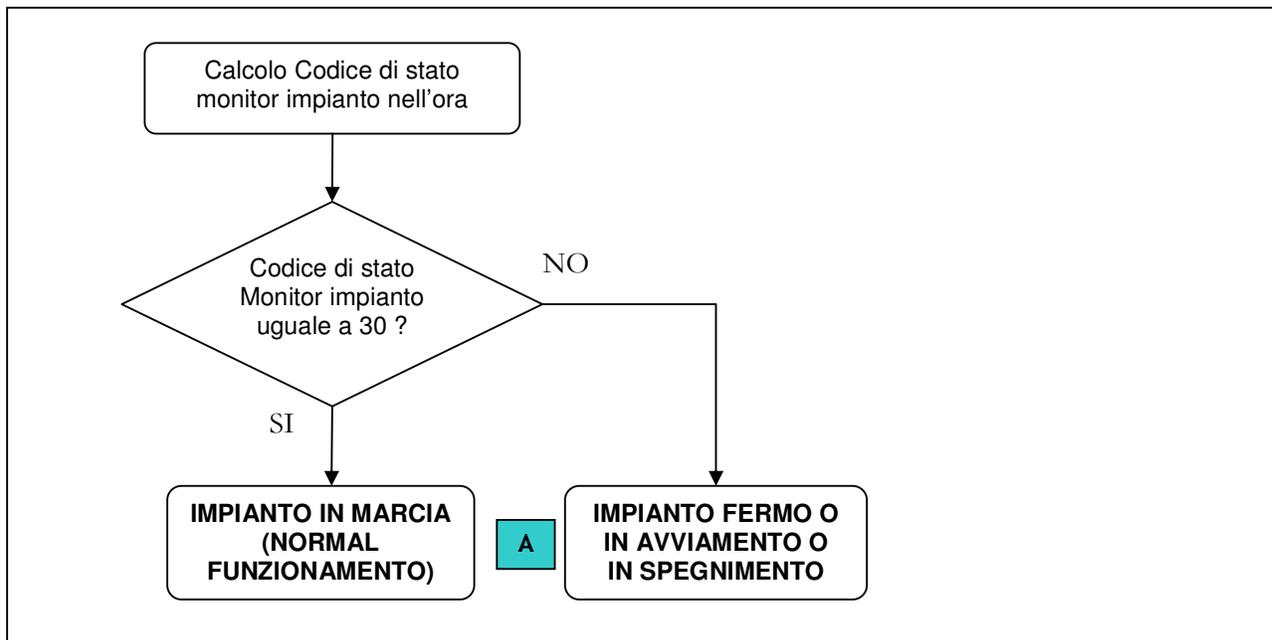


Per i parametri analitici elaborati dall'analizzatori Advance Optima, il fattore di correzione al secco risulta uguale a 1 in quanto il campione viene essiccato prima di entrare nella camera di misura.



3.6 Elaborazione STATO IMPIANTO

Elaborazione effettuata con cadenza oraria e basata sui criteri del DDG 3536 per il singolo punto di emissione.

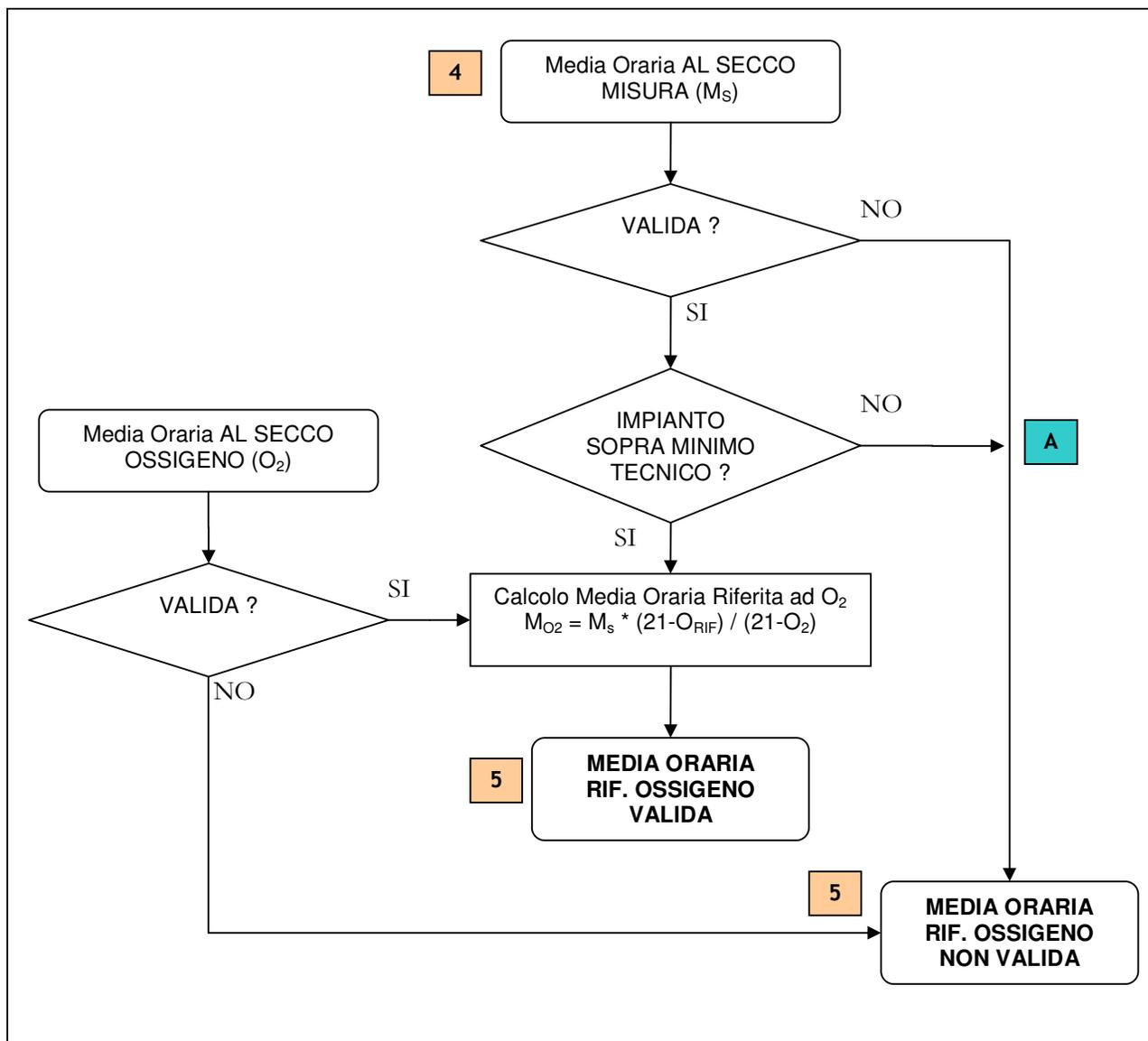


In assenza di prescrizioni specifiche ed in base alla direttiva europea 2001/80/CE il valore del minimo tecnico assunto ai fini del calcolo dello stato impianto è pari al 70% del potenza nominale del gruppo.



3.7 Elaborazione Media Oraria RIFERIMENTO OSSIGENO

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.

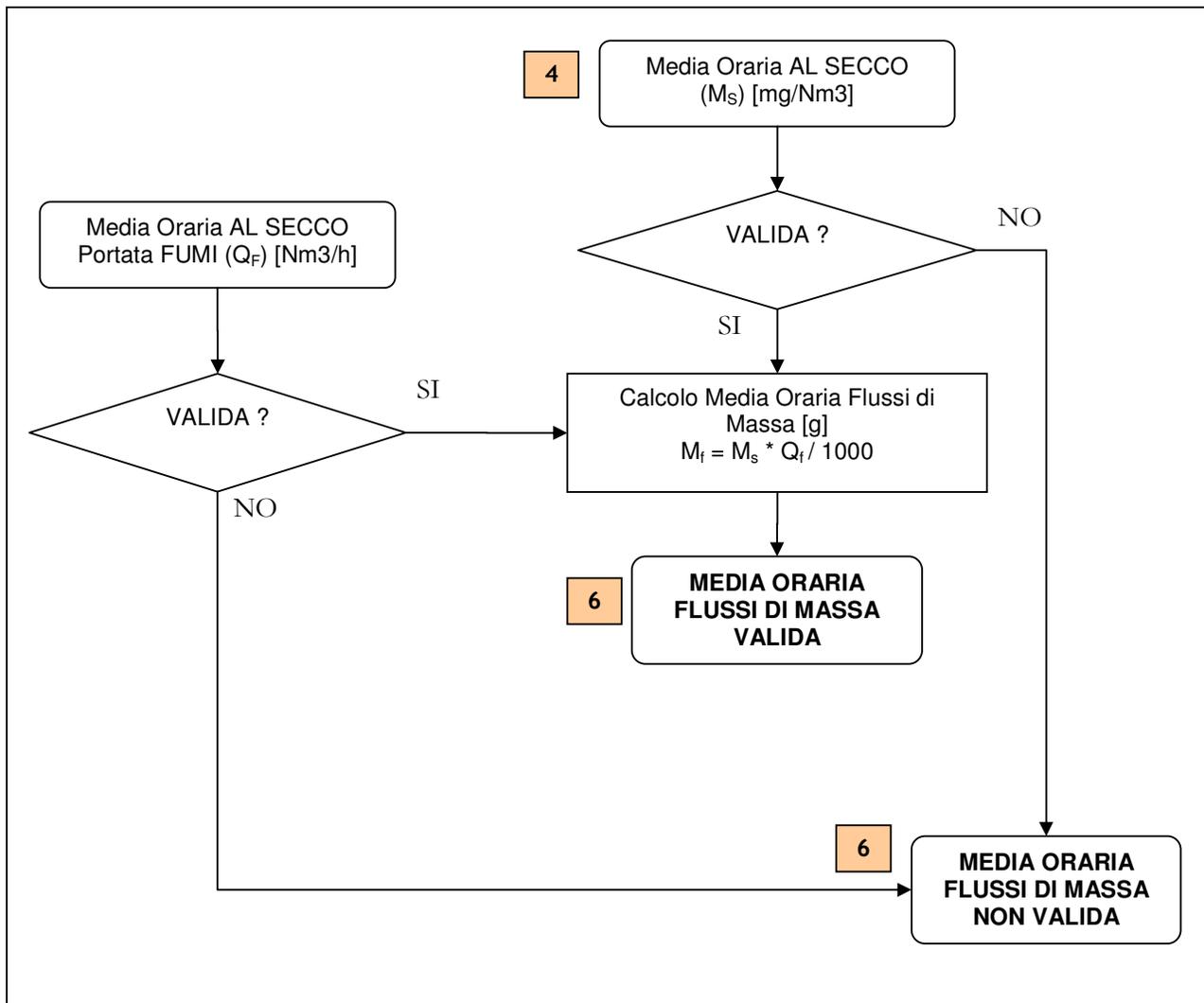


Il valore dell'ossigeno di riferimento assunto per il singolo punto di emissione è definito in funzione delle caratteristiche degli impianti collegati.



3.8 Elaborazione Media Oraria FLUSSI DI MASSA

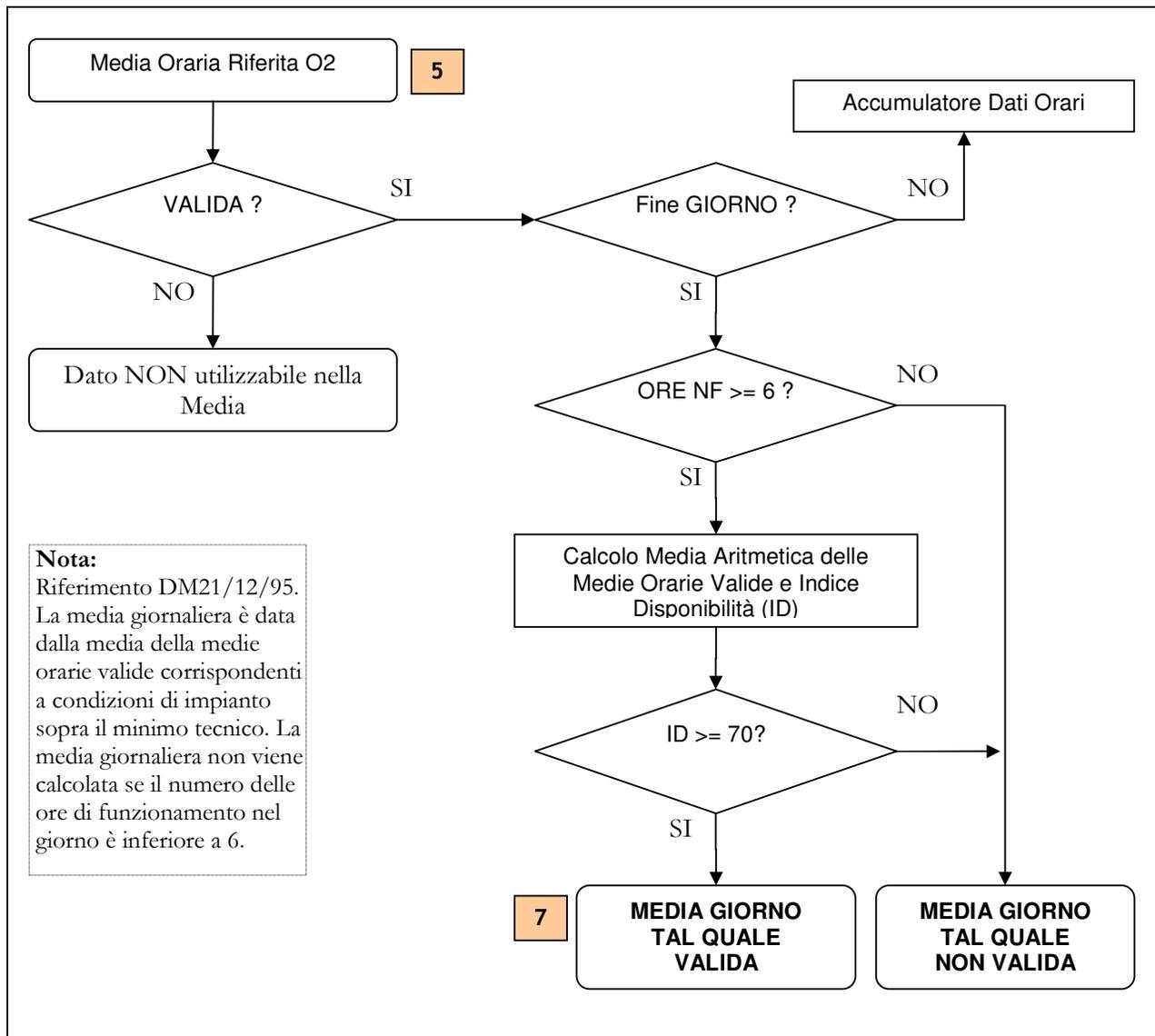
Elaborazione effettuata con cadenza oraria.





3.9 Elaborazione Media GIORNALIERA

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.





3.10 Elaborazione Media MENSILE

Elaborazione effettuata con cadenza oraria.

