

Trattandosi di un semplice strumento di documentazione, esso non impegna la responsabilità delle istituzioni

► **B** DIRETTIVA 97/68/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO
del 16 dicembre 1997

concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali

(GU L 59 del 27.2.1998, pag. 1)

Modificata da:

		Gazzetta ufficiale		
		n.	pag.	data
► <u>M1</u>	Direttiva 2001/63/CE della Commissione del 17 agosto 2001	L 227	41	23.8.2001
► <u>M2</u>	Direttiva 2002/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 dicembre 2002	L 35	28	11.2.2003

Modificata da:

► <u>A1</u>	Atto relativo alle condizioni di adesione della Repubblica ceca, della Repubblica di Estonia, della Repubblica di Cipro, della Repubblica di Lettonia, della Repubblica di Lituania, della Repubblica di Ungheria, della Repubblica di Malta, della Repubblica di Polonia, della Repubblica di Slovenia e della Repubblica slovacca e agli adattamenti dei trattati sui quali si fonda l'Unione europea	L 236	33	23.9.2003
--------------------	---	-------	----	-----------

Rettificata da:

► <u>C1</u>	Rettifica, GU L 304 del 5.12.2000, pag. 19 (97/68/CE)
--------------------	---



DIRETTIVA 97/68/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 16 dicembre 1997

concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,
visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 100 A,

vista la proposta della Commissione ⁽¹⁾,

visto il parere del Comitato economico e sociale ⁽²⁾,

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 189 B del trattato ⁽³⁾, visto il progetto comune approvato dal comitato di conciliazione l'11 novembre 1997,

- (1) considerando che il programma politico e d'azione della Comunità europea a favore dell'ambiente e di uno sviluppo ⁽⁴⁾ sostenibile riconosce quale principio fondamentale il fatto che tutti i cittadini debbano essere protetti adeguatamente contro i rischi per la salute dovuti all'inquinamento atmosferico e che, a tal fine, occorre in particolare controllare le emissioni di biossido di azoto (NO₂), particolato (PT) — fumi neri e di altri inquinanti quali il monossido di carbonio (CO); che, per evitare la formazione di ozono troposferico (O₃) e le relative ripercussioni sulla salute e sull'ambiente, occorre ridurre le emissioni degli ossidi di azoto (NO_x) e degli idrocarburi (HC), precursori; che, per evitare i danni ambientali causati dall'acidificazione, sarà inoltre necessario ridurre anche le emissioni di NO_x e di HC;
- (2) considerando che nell'aprile del 1992 la Comunità ha sottoscritto il protocollo ECE/ONU relativo alla riduzione dei composti organici volatili (COV) e che nel dicembre 1993 ha aderito al protocollo sulla riduzione degli NO_x (adesione), entrambi connessi alla Convenzione del 1979 sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza approvata nel luglio 1982;
- (3) considerando che l'obiettivo di ridurre il livello delle emissioni inquinanti prodotte dai motori delle macchine mobili non stradali e l'instaurazione e il funzionamento del mercato interno per i motori e le macchine non possono essere realizzati in modo soddisfacente dai singoli Stati membri e possono di conseguenza essere meglio realizzati mediante il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle misure contro l'inquinamento atmosferico causato dai motori destinati all'installazione su macchine mobili non stradali;
- (4) considerando che da recenti indagini condotte dalla Commissione emerge che le emissioni prodotte dai motori delle macchine mobili non stradali rappresentano una parte significativa delle emissioni totali di origine antropica di alcuni inquinanti atmosferici nocivi; che la categoria dei motori ad accensione spontanea disciplinati dalla presente direttiva contri-

⁽¹⁾ GU C 328 del 7.12.1995, pag. 1.

⁽²⁾ GU C 153 del 28.3.1996, pag. 2.

⁽³⁾ Parere del Parlamento europeo del 25 ottobre 1995 (GU C 308 del 20.11.1995, pag. 29), posizione comune del Consiglio del 20 gennaio 1997 (GU C 123 del 21.4.1997, pag. 1) e decisione del Parlamento europeo del 13 maggio 1997 (GU C 167 del 2.7.1997, pag. 22). Decisione del Parlamento europeo del 16 dicembre 1997. Decisione del Consiglio del 4 dicembre 1997.

⁽⁴⁾ Risoluzione del Consiglio e dei Rappresentanti dei governi degli Stati membri riuniti in seno di Consiglio del 1° febbraio 1993 (GU C 138 del 17.5.1993, pag. 1).

▼B

buisce notevolmente all'inquinamento atmosferico causato dai NO_x e dalle PT, in particolare rispetto a quello causato dal settore del trasporto su strada;

- (5) considerando che le emissioni prodotte dalle macchine mobili terrestri non stradali, dotate di motori ad accensione spontanea, ed in particolare le emissioni di NO_x e di PT, sono particolarmente preoccupanti in tale settore; che queste fonti devono essere in primo luogo sottoposte a regolamentazione, pur essendo opportuno mantenere la possibilità di ampliare successivamente il campo di applicazione della presente direttiva per includervi il controllo delle emissioni prodotte dai motori di altre macchine mobili non stradali, inclusi i gruppi elettrogeni trasportabili, misurate impiegando appropriati cicli di prova, in particolare quelle prodotte da motori a benzina; che si può ottenere una riduzione significativa delle emissioni di CO e HC estendendo il campo di applicazione della presente direttiva ai motori a benzina;
- (6) considerando che si dovrebbe introdurre quanto prima una normativa sul controllo delle emissioni prodotte dai motori dei trattori per uso agricolo e forestale che fissi norme e requisiti pienamente coerenti con la presente direttiva e assicuri un livello di protezione ambientale equivalente al livello stabilito da quest'ultima;
- (7) considerando che, per quanto riguarda le procedure di certificazione, è stata adottata la soluzione dell'omologazione, rivelatasi il metodo europeo che ha resistito alla prova del tempo per l'omologazione dei veicoli stradali e dei relativi componenti; che è stato inserito un nuovo elemento, ovvero l'omologazione di un motore capostipite, in rappresentanza di un gruppo di motori (famiglia di motori), costruito sulla base di criteri di progettazione e componenti analoghi;
- (8) considerando che i motori prodotti in conformità con i requisiti della presente direttiva devono essere marcati e notificati di conseguenza alle autorità che rilasciano l'omologazione; che, per limitare l'onere amministrativo, non è stato previsto alcun controllo diretto da parte delle autorità circa le date di produzione dei motori relative ai requisiti più rigorosi; che la libertà lasciata ai costruttori comporta che questi ultimi agevolino l'esecuzione di controlli saltuari da parte delle autorità e comunichino i piani di produzione ad intervalli regolari; che l'osservanza assoluta delle notifiche effettuate nell'ambito di questa procedura non è obbligatoria, ma che un elevato livello di conformità faciliterebbe la pianificazione dei controlli da parte delle autorità che rilasciano l'omologazione e favorirebbe relazioni di maggior fiducia tra costruttori e dette autorità;
- (9) considerando che le omologazioni concesse a norma della direttiva 88/77/CEE ⁽¹⁾ e del regolamento ECE/ONU n. 49, serie 02, compreso nell'allegato IV, appendice II della direttiva 92/53/CEE ⁽²⁾, sono ritenute equivalenti a quelle previste dalla presente direttiva nella sua prima fase;
- (10) considerando che i motori conformi ai requisiti della presente direttiva e che rientrano nel suo campo di applicazione devono poter essere venduti e utilizzati negli Stati membri; che essi non devono essere disciplinati da altre disposizioni nazionali in

⁽¹⁾ Direttiva 88/77/CEE del Consiglio, del 3 dicembre 1987, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai provvedimenti da prendere contro l'emissione di gas inquinanti prodotti dai motori ad accensione spontanea destinati alla propulsione dei veicoli (GU L 36 del 9.2.1988, pag. 33). Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 96/1/CE (GU L 40 del 17.2.1996, pag. 1).

⁽²⁾ Direttiva 92/53/CEE del Consiglio, del 18 giugno 1992, che modifica la direttiva 70/156/CEE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative all'omologazione dei veicoli a motore e dei loro rimorchi (GU L 225 del 10.8.1992, pag. 1).

▼B

- materia di emissioni; che gli Stati membri competenti in materia di omologazione adotteranno le misure di controllo necessarie;
- (11) considerando che, nel definire le nuove procedure di prova e i valori limite, occorre tener conto delle caratteristiche d'impiego di questi tipi di motori;
 - (12) considerando che è opportuno introdurre le nuove norme secondo l'approccio in due fasi già sperimentato;
 - (13) considerando che, nel caso di motori a potenza più elevata, sembra più facile ottenere una sostanziale riduzione delle emissioni, essendo possibile applicare la tecnologia sviluppata per i motori destinati ai veicoli stradali; che, sulla base di queste considerazioni è stata prevista un'applicazione graduale dei requisiti, iniziando con quella più elevata delle tre fasce di potenza per la fase I; che il medesimo principio è stabilito per la fase II, ad eccezione di una quarta fascia di potenza non inclusa nella fase I;
 - (14) considerando che per il settore delle macchine mobili non stradali che è ora regolamentato ed è il più importante oltre a quello dei trattori agricoli rispetto alle emissioni prodotte dal trasporto stradale, si può prevedere che la presente direttiva consentirà una notevole riduzione delle emissioni; che, grazie alle ottime prestazioni generali dei motori diesel relativamente alle emissioni di CO e di HC, il margine di miglioramento rispetto alle emissioni totali è estremamente ridotto;
 - (15) considerando che, onde poter intervenire in circostanze eccezionali a livello tecnico o economico, sono state previste procedure intese ad esentare i costruttori dagli obblighi derivanti dalla presente direttiva;
 - (16) considerando che, al fine di garantire la «conformità della produzione» dopo l'omologazione dei motori, i costruttori dovranno adottare i provvedimenti del caso; che, per i casi in cui si riscontra una mancanza di conformità, sono previste procedure d'informazione, azioni correttive e una procedura di cooperazione che consentiranno di risolvere eventuali controversie tra Stati membri in materia di conformità dei motori omologati;
 - (17) considerando che la presente direttiva lascia impregiudicato il diritto degli Stati membri di stabilire prescrizioni che garantiscano la protezione dei lavoratori durante l'impiego delle macchine mobili non stradali;
 - (18) considerando che i requisiti tecnici contenuti in taluni allegati della presente direttiva dovrebbero essere integrati ed eventualmente adeguati al progresso tecnico secondo una procedura di comitato;
 - (19) considerando che dovrebbero essere previste disposizioni al fine di garantire che le prove dei motori siano svolte in base alle regole di buona prassi di laboratorio;
 - (20) considerando che occorre promuovere gli scambi globali nel settore armonizzando, per quanto possibile, i limiti di emissione vigenti nella Comunità con quelli applicati o previsti nei paesi terzi;
 - (21) considerando che è pertanto necessario prevedere la possibilità di riesaminare la situazione in base alla disponibilità e fattibilità economica di nuove tecnologie e alla luce dei progressi compiuti nell'attuazione della seconda fase,
 - (22) considerando che in data 20 dicembre 1994 il Parlamento europeo, il Consiglio e la Commissione hanno concluso un accordo su un *modus vivendi* relativo alle misure di esecuzione degli atti adottati secondo la procedura di cui all'articolo 189 B del trattato ⁽¹⁾,

⁽¹⁾ GU C 102 del 4.4.1996, pag. 1.

▼B

HA ADOTTATO LA PRESENTE DIRETTIVA:

*Articolo 1***Obiettivi**

Scopo della presente direttiva è ravvicinare le legislazioni degli Stati membri in materia di parametri di emissione e procedure di omologazione per i motori destinati all'installazione su macchine mobili non stradali. Essa contribuirà al buon funzionamento del mercato unico, proteggendo nel contempo la salute umana e l'ambiente.

*Articolo 2***Definizioni**

Ai fini della presente direttiva, si intende per:

- *macchina mobile non stradale*, qualsiasi macchina mobile, apparecchiatura mobile industriale o veicolo, con o senza carrozzeria, non destinato al trasporto di passeggeri o merci su strada su cui sia montato un motore a combustione interna, quale specificato nell'allegato I, sezione 1;
- *omologazione*, il procedimento mediante il quale uno Stato membro certifica che un tipo di motore a combustione interna, ovvero una famiglia di motori soddisfa i requisiti tecnici della presente direttiva in materia di emissioni di inquinanti gassosi e particolato;
- *tipo di motore*, una categoria di motori che non differiscono tra loro per quanto riguarda le caratteristiche essenziali definite nell'allegato II, appendice 1;
- *famiglia di motori*, un gruppo di motori stabilito dal costruttore che, per progetto, si presume abbiano emissioni dallo scarico analoghe e che soddisfino i requisiti della presente direttiva;
- *motore capostipite*, un motore selezionato all'interno di una famiglia di motori, tale da soddisfare i requisiti di cui ai punti 6 e 7 dell'allegato I;
- *potenza del motore*, la potenza netta specificata all'allegato I, punto 2.4;
- *data di produzione del motore*, la data in cui il motore supera il controllo finale dopo essere uscito dalla linea di produzione. A questo punto il motore è pronto per essere consegnato o immagazzinato;

▼M2

- *immissione sul mercato*, l'azione di rendere un motore disponibile per la prima volta sul mercato, a titolo oneroso o gratuito, allo scopo di distribuirlo e/o usarlo nella Comunità;

▼B

- *costruttore*, la persona o l'ente responsabile, verso l'autorità che rilascia l'omologazione, di tutti gli aspetti del procedimento di omologazione e della conformità della produzione; non è indispensabile che detta persona o ente partecipino direttamente a tutte le fasi di costruzione del motore;
- *autorità che rilascia l'omologazione*, l'autorità o le autorità competenti di uno Stato membro responsabile di tutti gli aspetti dell'omologazione di un motore o di una famiglia di motori, del rilascio e della revoca delle schede di omologazione, nonché di assicurare il collegamento con le autorità omologanti degli altri Stati membri e di verificare le disposizioni prese dai costruttori per controllare la conformità della produzione;
- *servizio tecnico*, gli organismi o gli enti designati come laboratorio di prova per l'esecuzione di prove o ispezioni a nome dell'autorità che rilascia l'omologazione di uno Stato membro; questa funzione può essere svolta anche dalla stessa autorità che rilascia l'omologazione;
- *scheda informativa*, il documento che figura nell'allegato II;
- *documentazione informativa*, la documentazione completa o la raccolta di dati, disegni, fotografie, ecc., forniti dal richiedente al

▼B

servizio tecnico o all'autorità che rilascia l'omologazione come prescritto dalla scheda informativa;

- *fascicolo di omologazione*, la documentazione informativa e tutti i verbali di prova e gli altri documenti che il servizio tecnico o l'autorità incaricata dell'omologazione hanno aggiunto alla documentazione informativa nello svolgimento delle proprie funzioni;
- *indice del fascicolo di omologazione*, il documento in cui è elencato il contenuto del fascicolo di omologazione, opportunamente numerato o altrimenti contrassegnato in modo che ogni pagina sia chiaramente identificabile;

▼M2

- *motore di sostituzione*, un motore di nuova costruzione destinato a sostituire il motore di una macchina, che viene fornito unicamente a tale scopo;
- *motore portatile*, un motore che soddisfa almeno una delle seguenti condizioni:
 - a) deve essere installato su un'apparecchiatura condotta da un operatore per tutta la durata della o delle funzioni cui è adibita;
 - b) deve essere installato su un'apparecchiatura che, per svolgere la o le funzioni cui è adibita, deve operare in diverse posizioni, ad esempio capovolta o di lato;
 - c) deve essere installato su un'apparecchiatura nella quale la somma del peso a secco (motore + apparecchiatura) non supera i 20 kg e alla quale si applica almeno una delle seguenti caratteristiche:
 - i) l'operatore deve sostenere o trasportare l'apparecchiatura per tutta la durata della o delle funzioni previste;
 - ii) l'operatore deve sostenere o dirigere l'apparecchiatura per tutta la durata della o delle funzioni previste;
 - iii) il motore deve essere utilizzato in un generatore o in una pompa;
- *motore non portatile*, un motore che non rientra nella definizione di motore portatile;
- *motore portatile ad uso professionale operante in diverse posizioni*, un motore portatile che soddisfa le condizioni di cui alle lettere a) e b) della definizione di motore portatile, e per il quale il costruttore di motori ha comprovato all'autorità competente che al motore è applicabile un periodo di durabilità delle emissioni di categoria 3 (conformemente al punto 2.1 dell'appendice 4 dell'allegato IV);
- *periodo di durabilità delle emissioni*, il numero di ore indicato all'allegato IV, appendice 4 per determinare i fattori di deterioramento;
- *famiglia di motori ad accensione comandata, in piccole serie*, una famiglia di motori ad accensione comandata con una produzione totale annua inferiore a 5 000 unità;
- *costruttore di motori ad accensione comandata in piccole serie*, un costruttore la cui produzione totale annua di motori è inferiore a 25 000 unità.

▼B*Articolo 3***Domanda di omologazione**

1. La domanda di omologazione di un motore o di una famiglia di motori è presentata dal costruttore all'autorità che rilascia l'omologazione di uno Stato membro. Essa è accompagnata dalla documentazione informativa contenente i dati specificati nel documento di cui all'allegato II della presente direttiva. I motori conformi alle caratteristiche del tipo di motore descritte nell'allegato II, appendice 1 sono sottoposti all'esame del servizio tecnico, responsabile delle prove di omologazione.

2. Nel caso di una domanda di omologazione di una famiglia di motori, se l'autorità che rilascia l'omologazione ritiene che la domanda relativa al motore capostipite presentato non rappresenti perfettamente

▼B

la famiglia di motori descritta nell'allegato II, appendice 2, viene presentato un motore capostipite alternativo e, se necessario, supplementare determinato dall'autorità che rilascia l'omologazione ai fini dell'omologazione di cui al paragrafo 1.

3. Qualsiasi domanda relativa ad un tipo di motore o una famiglia di motori può essere presentata unicamente presso un solo Stato membro. Per ogni tipo o famiglia da omologare deve essere presentata una domanda distinta.

*Articolo 4***Procedura di homologazione**

1. Lo Stato membro che riceve la domanda concede l'omologazione a tutti i tipi o famiglie di motori conformi alle informazioni contenute nella documentazione informativa e che soddisfano le prescrizioni della presente direttiva.

2. Lo Stato membro completa tutte le parti corrispondenti della scheda di homologazione, il cui modello figura nell' ►M2 allegato VII ◄ della presente direttiva per ciascun tipo o famiglia di motori da esso omologati e redige o verifica il contenuto dell'indice del fascicolo di homologazione. Le schede di homologazione sono numerate secondo il metodo descritto nell' ►M2 allegato VIII ◄. La scheda di homologazione compilata ed i relativi allegati sono trasmessi al richiedente.

3. Quando il motore da omologare svolge la propria funzione o presenta una particolare caratteristica soltanto in connessione con altri elementi della macchina mobile non stradale, e per questa ragione la conformità a una o più prescrizioni può essere verificata soltanto quando il motore da omologare funziona in connessione con altri elementi della macchina, simulati o reali, l'omologazione dello o dei motori deve essere limitata di conseguenza. La scheda di homologazione di un tipo o di una famiglia di motori indica in tal caso le eventuali restrizioni di utilizzazione e le eventuali condizioni di montaggio.

4. L'autorità di ciascuno Stato membro che rilascia l'omologazione:

- a) invia ogni mese alle autorità che rilasciano l'omologazione degli altri Stati membri l'elenco (contenente le menzioni indicate nell' ►M2 allegato IX ◄) delle homologazioni dei tipi o famiglie di motori rilasciate, negate o revocate nel corso dello stesso mese;
- b) su richiesta dell'autorità di un altro Stato membro che rilascia l'omologazione, invia immediatamente:
 - copia della scheda di homologazione del tipo o famiglia di motore e/o il fascicolo di homologazione relativo a ciascun tipo o famiglia di motore per il quale ha rilasciato, negato o revocato l'omologazione, e/o
 - l'elenco dei motori prodotti in base alle homologazioni concesse a norma dell'articolo 6, paragrafo 3, contenente le informazioni di cui all' ►M2 allegato X ◄, e/o
 - copia della dichiarazione di cui all'articolo 6, paragrafo 4.

5. Ogni anno, oppure su richiesta, le autorità di ogni Stato membro che rilasciano l'omologazione inviano alla Commissione una copia della scheda tecnica di cui all' ►M2 allegato XI ◄ relativa ai motori omologati dopo la data dell'ultima notifica.

*Articolo 5***Modifiche delle homologazioni**

1. Lo Stato membro che ha rilasciato l'omologazione deve adottare i provvedimenti necessari per essere informato di qualsiasi modifica delle informazioni che figurano nel fascicolo di homologazione.

2. La domanda di modifica o di estensione di un'omologazione è presentata esclusivamente all'autorità dello Stato membro che ha rilasciato l'omologazione originaria.

▼B

3. Ove siano mutate le indicazioni che figurano nel fascicolo di omologazione, l'autorità che rilascia l'omologazione del suddetto Stato membro:

- rilascia, se necessario, le pagine modificate del fascicolo di omologazione, contrassegnando ciascuna pagina modificata in modo che risulti chiaramente la natura della modifica e la data della nuova pubblicazione; in occasione di ogni modifica, essa modifica anche l'indice del fascicolo di omologazione (allegato alla scheda di omologazione) in modo da indicare le date delle ultime pagine modificate;
- rilascia una scheda di omologazione modificata (contrassegnata da un numero di estensione) ove siano mutati alcuni dati in essa contenuti (esclusi gli allegati) oppure se, dopo la data indicata nell'omologazione, siano mutati i requisiti della presente direttiva. Sulla scheda di omologazione aggiornata sono chiaramente indicati il motivo della modifica e la data della nuova pubblicazione.

Se l'autorità che rilascia l'omologazione del suddetto Stato membro ritiene che una modifica apportata a un fascicolo di omologazione giustifichi nuove prove o nuove verifiche, essa ne informa il costruttore e rilascia i documenti sopraindicati solo previo esito positivo delle nuove prove o verifiche.

*Articolo 6***Conformità**

1. Il costruttore deve apporre su ciascuna unità fabbricata in conformità al tipo omologato, le marcature di cui all'allegato I, punto 3, ivi compreso il numero di omologazione.

2. Se la scheda di omologazione contiene, a norma dell'articolo 4, paragrafo 3, restrizioni d'uso, il costruttore deve fornire, per ciascuna unità prodotta, informazioni dettagliate su tali restrizioni e indicare le condizioni di montaggio. Qualora una serie di tipi di motori sia consegnata ad un unico costruttore di macchine, è sufficiente fornire a quest'ultimo, al massimo entro la data di consegna del primo motore, un'unica scheda informativa contenente anche i relativi numeri di identificazione dei motori.

3. Su richiesta dell'autorità che ha rilasciato l'omologazione, il costruttore detentore di una scheda di omologazione deve inviare entro 45 giorni a decorrere dalla fine di ogni anno civile e senza indugio dopo ogni data di attuazione in caso di modifica dei requisiti della presente direttiva, nonché immediatamente dopo ogni altra data eventualmente stabilita da detta autorità, un elenco contenente la serie di numeri di identificazione per ogni tipo di motore prodotto in base ai requisiti della presente direttiva a partire dalla presentazione dell'ultima relazione o dal momento in cui i requisiti della presente direttiva entrano in vigore. Se il sistema di codifica del motore non lo prevede, l'elenco in questione deve indicare la correlazione tra i numeri di identificazione e i relativi tipi o famiglie di motori e i numeri di omologazione. L'elenco deve inoltre contenere informazioni particolari qualora il costruttore cessi di produrre un tipo o una famiglia di motori omologati. Se non è richiesto l'invio a scadenza regolare di questo elenco all'autorità che rilascia l'omologazione, il costruttore deve conservarlo per un periodo minimo di 20 anni.

4. Entro 45 giorni dalla fine di ciascun anno civile, e comunque alla scadenza delle date di attuazione di cui all'articolo 9, il costruttore deve inviare all'autorità che ha rilasciato l'omologazione una dichiarazione che specifichi i tipi e le famiglie di motori, nonché i relativi codici di identificazione dei motori, che intende produrre a partire da quella data.

*Articolo 7***Accettazione di omologazioni equivalenti**

1. Deliberando su proposta della Commissione, il Parlamento europeo e il Consiglio possono riconoscere l'equivalenza tra le condi-

▼B

zioni e le disposizioni relative all'omologazione dei motori previste dalla presente direttiva e le procedure stabilite da regolamentazioni internazionali o di paesi terzi, nell'ambito di accordi multilaterali o bilaterali tra la Comunità e i paesi terzi.

▼M2

2. Gli Stati membri considerano le omologazioni e, se del caso, i relativi marchi di omologazione elencati all'allegato XII conformi alla presente direttiva.

▼B*Articolo 8***Immatricolazione ed immissione sul mercato**

1. Gli Stati membri non possono negare, se del caso, l'immatricolazione o l'immissione sul mercato dei motori nuovi conformi ai requisiti della presente direttiva, siano essi già montati su macchine o no.
2. Gli Stati membri permettono, se del caso, l'immatricolazione o l'immissione sul mercato soltanto dei motori nuovi conformi ai requisiti della presente direttiva, siano essi già montati su macchine o no.
3. L'autorità dello Stato membro che ha rilasciato l'omologazione adotta i provvedimenti necessari per registrare e controllare, eventualmente in collaborazione con le autorità che rilasciano l'omologazione degli altri Stati membri, i numeri d'identificazione dei motori prodotti in base ai requisiti della presente direttiva.
4. Può essere effettuato un controllo supplementare dei suddetti numeri in combinazione con il controllo della conformità della produzione di cui all'articolo 11.
5. Per il controllo dei numeri d'identificazione, il costruttore o i suoi agenti stabiliti nella Comunità forniscono senza indugio, su richiesta dell'autorità competente, tutte le informazioni necessarie in merito ai suoi acquirenti, nonché i numeri d'identificazione dei motori prodotti a norma dell'articolo 6, paragrafo 3. Qualora i motori siano venduti ad un costruttore di macchine, le suddette informazioni supplementari non sono necessarie.
6. Se, a richiesta dell'autorità incaricata dell'omologazione, il costruttore non è in grado di verificare i requisiti di cui all'articolo 6, in particolare in collegamento con il paragrafo 5 del presente articolo, l'omologazione concessa al relativo tipo o famiglia di motori a norma della presente direttiva, può essere revocata. In tal caso, la procedura d'informazione segue le modalità descritte all'articolo 12, paragrafo 4.

*Articolo 9***▼M2****Calendario — Motori ad accensione per compressione****▼B****1. RILASCIO DELLE OMOLOGAZIONI**

A decorrere dal 30 giugno 1998, gli Stati membri non possono negare l'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori, o non rilasciare il documento di cui all' ►M2 allegato VII ◄ né possono imporre, per l'omologazione, ulteriori requisiti in materia di emissioni che inquinano l'atmosfera, per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore, se il motore soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva in materia di emissioni di inquinanti gassosi e particolato.

2. FASE I DI OMOLOGAZIONE

(CATEGORIE DI MOTORI A/B/C)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori e il rilascio di un documento di cui all' ►M2 allegato VII ◄ e ogni altra omologazione, in merito alle

▼B

emissioni, per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore:

successivamente al 30 giugno 1998, per motori di potenza pari a:

- A: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$;
- B: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$;
- C: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotti dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al ►**M2** punto 4.1.2.1 dell'allegato I ◄.

3. FASE II DI OMOLOGAZIONE (CATEGORIE DI MOTORI: D, E, F, G)

Gli Stati membri rifiutano di rilasciare l'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori e di rilasciare il documento di cui all'►**M2** allegato VII ◄ e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore:

- D: successivamente al 31 dicembre 1999, per motori di potenza pari a:
 $18 \text{ kW} \leq P \leq 37 \text{ kW}$;
- E: successivamente al 31 dicembre 2000, per motori di potenza pari a:
 $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$;
- F: successivamente al 31 dicembre 2001, per motori di potenza pari a:
 $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$;
- G: successivamente al 31 dicembre 2002, per motori di potenza pari a:
 $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotti dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al ►**M2** punto 4.1.2.3 dell'allegato I ◄.

4. REGISTRAZIONE E IMMISSIONE SUL MERCATO E DATA DI PRODUZIONE DEL MOTORE

A decorrere dalle date sotto indicate, con l'eccezione delle macchine e dei motori destinati all'esportazione in paesi terzi, gli Stati membri permettono l'immatricolazione, se del caso, e l'►**M2** immissione sul mercato di motori ◄, già montati su macchine o no, soltanto se essi soddisfano i requisiti della presente direttiva e soltanto se ciascun motore è omologato in base ad una delle categorie definite ai paragrafi 2 e 3.

Fase I

- categoria A successivamente al 31 dicembre 1998
- categoria B successivamente al 31 dicembre 1998
- categoria C successivamente al 31 marzo 1999

Fase II

- categoria D successivamente al 31 dicembre 2000
- categoria E successivamente al 31 dicembre 2001
- categoria F successivamente al 31 dicembre 2002
- categoria G successivamente al 31 dicembre 2003

Per ciascuna categoria, gli Stati membri possono tuttavia posporre di due anni l'applicazione del requisito menzionato per i motori prodotti

▼B

ad una data precedente alla corrispondente data indicata nel presente comma.

L'autorizzazione rilasciata ai motori della fase I decade a decorrere dall'attuazione obbligatoria della fase II.

▼M2*Articolo 9 bis***Calendario — Motori ad accensione comandata****1. SUDDIVISIONE IN CLASSI**

Ai fini della presente direttiva i motori ad accensione comandata vengono suddivisi nelle seguenti classi:

Classe principale S: piccoli motori con potenza netta ≤ 19 kW.

La classe principale S si suddivide a sua volta in due categorie:

H: motori per macchine portatili

N: motori per macchine non portatili

Classe/categoria	Cilindrata (cm ³)
Motori portatili	
Classe SH:1	< 20
Classe SH:2	≥ 20 < 50
Classe SH:3	≥ 50
Motori non portatili	
Classe SN:1	< 66
Classe SN:2	≥ 66 < 100
Classe SN:3	≥ 100 < 225
Classe SN:4	≥ 225

2. RILASCIO DELLE OMOLOGAZIONI

A decorrere dall'11 agosto 2004, gli Stati membri non possono negare l'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori ad accensione comandata, o il rilascio del documento di cui all'allegato VII né possono imporre, per l'omologazione, ulteriori requisiti in materia di emissioni che inquinano l'atmosfera, per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore, se il motore soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva in materia di emissioni di inquinanti gassosi.

3. FASE I DI OMOLOGAZIONE

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori e il rilascio dei documenti di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore dopo l'11 agosto 2004, se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.2.2.1 dell'allegato I.

4. FASE II DI OMOLOGAZIONE

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori e il rilascio dei documenti di cui all'al-

▼M2

legato VII e di ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore:

successivamente al 1° agosto 2004 per le classi di motori SN:1 ed SN:2;

successivamente al 1° agosto 2006 per la classe di motori SN:4;

successivamente al 1° agosto 2007 per le classi di motori SH:1, SH:2 ed SN:3;

successivamente al 1° agosto 2008 per la classe di motori SH:3,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.2.2.2 dell'allegato I.

5. IMMISSIONE SUL MERCATO: DATE DI PRODUZIONE DEL MOTORE

Dopo sei mesi a decorrere dalle date applicabili alle rispettive categorie di motori di cui ai paragrafi 3 e 4, ad eccezione delle macchine e dei motori destinati all'esportazione in paesi terzi, gli Stati membri consentono l'immissione sul mercato di motori, già montati o meno su macchine, soltanto se essi soddisfano i requisiti della presente direttiva.

6. ETICHETTATURA DI CONFORMITÀ ANTICIPATA RISPETTO ALLA FASE II

Per i tipi di motori o le famiglie di motori che soddisfano i valori limite indicati nella tabella di cui al punto 4.2.2.2 dell'allegato I prima delle date stabilite al paragrafo 4 del presente articolo, gli Stati membri autorizzano un'etichettatura e una marcatura speciali per indicare che l'attrezzatura in questione soddisfa i valori limite prima delle date stabilite.

7. ESENZIONI

Le seguenti macchine sono esentate dal rispetto delle date di attuazione per i valori limite di emissione della fase II per un periodo di tre anni dall'entrata in vigore di tali valori limite di emissione. Per questi tre anni continuano ad essere applicabili i valori limite di emissione della fase I:

- motosega portatile: un apparecchio portatile destinato al taglio del legno con sega a catena, da tenersi con due mani ed avente una cilindrata superiore ai 45 cm³, in conformità della norma EN ISO 11681-1,
- apparecchio con impugnatura superiore (ossia trapani portatili e motoseghe a catena per gli alberi): un apparecchio portatile con un manico sull'estremità superiore, destinato a praticare fori o a tagliare legno con una sega a catena (in conformità della norma ISO 11681-2),
- decespugliatore portatile con motore a combustione interna: un apparecchio portatile dotato di una lama rotante in metallo o plastica destinato a tagliare erbe infestanti, cespugli, arbusti e vegetazione simile. Deve essere progettato in conformità della norma EN ISO 11806 in modo da operare in varie posizioni, come orizzontalmente o dall'alto verso il basso, e deve avere una cilindrata superiore a 40 cm³,
- tagliasiepi portatile: un apparecchio portatile destinato al taglio di siepi e cespugli mediante una o più lame dotate di moto alternativo, in conformità della norma EN 774,
- tagliatrice portatile con motore a combustione interna: un apparecchio portatile destinato a tagliare materiali duri come pietre, asfalto, cemento o acciaio, mediante una lama rotante in metallo con una cilindrata superiore a 50 cm³, in conformità della norma EN 1454, e
- motori non portatili della classe SN:3, ad asse orizzontale: unicamente quei motori della classe SN:3 non portatili con un asse orizzontale che producono un'energia pari o inferiore a 2,5 kW e

▼M2

sono utilizzati essenzialmente per determinati fini industriali, comprendenti motozappe, tagliatrici a cilindri, aeratori per prati e generatori.

8. TERMINE FACOLTATIVO DI ATTUAZIONE

Per ciascuna categoria, gli Stati membri possono tuttavia posticipare di due anni le date di cui ai paragrafi 3, 4 e 5 per i motori prodotti ad una data precedente alle suddette date.

▼B*Articolo 10***Esenzioni e procedure alternative****▼M2**

1. I requisiti di cui all'articolo 8, paragrafi 1 e 2, all'articolo 9, paragrafo 4, e all'articolo 9 bis, paragrafo 5, non si applicano:

- ai motori ad uso delle forze armate,
- ai motori esentati in base ai paragrafi 1 bis e 2.

1 bis. Il motore di sostituzione deve rispettare i valori limite che il motore da sostituire doveva soddisfare originariamente, al momento dell'immissione sul mercato. La dicitura «MOTORE DI SOSTITUZIONE» è riportata su un'etichetta applicata al motore, o è inserita nel manuale del proprietario.

▼B

2. Su richiesta del costruttore, ciascuno Stato membro può esentare i motori di fine serie ancora in magazzino o le giacenze di macchine mobili non stradali relativamente ai loro motori, dall'applicazione delle scadenze per l'immissione sul mercato di cui all'articolo 9, paragrafo 4 purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- prima dell'entrata in vigore dei termini stabiliti, il costruttore deve presentare domanda alle autorità che rilasciano l'omologazione dello Stato membro che ha omologato il o i rispettivi tipi o famiglie di motori;
- la domanda del costruttore deve contenere l'elenco dei motori nuovi non immessi sul mercato entro i termini stabiliti, a norma dell'articolo 6, paragrafo 3; nel caso di motori disciplinati per la prima volta dalla presente direttiva, il costruttore deve presentare domanda alle autorità che rilascia l'omologazione dello Stato membro in cui sono immagazzinati i motori in questione;
- la domanda deve specificare i motivi tecnici o economici che la giustificano;
- i motori devono essere conformi ad un tipo o a una famiglia per i quali l'omologazione non risulta più valida, o che non hanno richiesto in passato l'omologazione ma che sono stati prodotti entro i termini stabiliti;
- i motori devono essere stati materialmente immagazzinati nel territorio nella Comunità prima della scadenza dei termini;
- per l'applicazione dell'esenzione, il numero massimo di motori nuovi di uno o più tipi immessi sul mercato in ciascuno Stato membro non deve superare il 10 % dei motori nuovi di tutti i tipi interessati, immessi sul mercato nell'anno precedente all'interno dello Stato membro in questione;
- se lo Stato membro accetta la domanda, entro il termine di un mese deve comunicare alle autorità che rilasciano l'omologazione degli altri Stati membri le informazioni e i motivi che giustificano l'esenzione concessa ai costruttori;
- lo Stato membro che concede l'esenzione a norma del presente articolo deve verificare che il costruttore si conformi a tutti gli obblighi del caso;
- per ciascun motore in questione l'autorità responsabile dell'omologazione rilascia un certificato di conformità ove figura una voce speciale; ove occorra, si può utilizzare un documento codificato contenente tutti i numeri di identificazione dei motori in questione;

▼B

— gli Stati membri comunicano ogni anno alla Commissione l'elenco delle esenzioni concesse, indicandone i motivi.

Questa possibilità è limitata a un periodo di 12 mesi a decorrere dalla data in cui i motori sono stati sottoposti per la prima volta alle scadenze per l'immissione sul mercato.

▼M2

3. Le date di cui all'articolo 9 bis, paragrafi 4 e 5, sono posticipate di tre anni per i costruttori di motori in piccole serie.

4. Le disposizioni di cui all'articolo 9 bis, paragrafi 4 e 5, sono sostituite dalle disposizioni corrispondenti della fase I per le famiglie di motori in piccole serie sino a un massimo di 25 000 unità, a condizione che le varie famiglie di motori in questione abbiano tutte una cilindrata diversa.

▼B*Articolo 11***Provvedimenti relativi alla conformità della produzione**

1. Lo Stato membro che rilascia l'omologazione adotta i provvedimenti necessari per accertare, in merito alle specifiche di cui al punto 5 dell'allegato I, eventualmente in collaborazione con le autorità che rilasciano l'omologazione degli altri Stati membri, se siano stati presi i provvedimenti necessari per garantire il controllo efficace della conformità della produzione.

2. Lo Stato membro che ha rilasciato l'omologazione adotta i provvedimenti necessari per accertare, in merito alle specifiche di cui al punto 5 dell'allegato I, eventualmente in collaborazione con le autorità responsabili dell'omologazione degli altri Stati membri, che i provvedimenti di cui al paragrafo 1 continuino ad essere adeguati e che i motori prodotti che recano un numero di omologazione a norma della presente direttiva continuino ad essere conformi alla descrizione contenuta nella scheda di omologazione del tipo o della famiglia di motori omologati e ai relativi allegati.

*Articolo 12***Non conformità al tipo o alla famiglia omologati**

1. Si ha non conformità al tipo o alla famiglia omologata quando si constatano divergenze rispetto alle informazioni contenute nella scheda di omologazione o nel fascicolo di omologazione che non sono state autorizzate, a norma dell'articolo 5, paragrafo 3, dallo Stato membro che ha rilasciato l'omologazione.

2. Se lo Stato membro che ha rilasciato l'omologazione constata che i motori accompagnati da un certificato di conformità o che recano un marchio di omologazione non sono conformi al tipo o alla famiglia da esso omologati, adotta i provvedimenti necessari affinché i motori prodotti siano nuovamente conformi al tipo o alla famiglia omologati. Le autorità che rilasciano l'omologazione di detto Stato membro notificano alle autorità responsabili dell'omologazione degli altri Stati membri i provvedimenti presi, che possono giungere fino alla revoca dell'omologazione.

3. Se uno Stato membro dimostra che i motori che recano un numero di omologazione non sono conformi al tipo o alla famiglia omologati, può chiedere allo Stato membro che ha concesso l'omologazione di verificare se i motori in produzione sono conformi al tipo o alla famiglia omologati. Tale verifica deve essere effettuata entro sei mesi dalla data della richiesta.

4. Le autorità che rilasciano l'omologazione degli Stati membri si informano reciprocamente, entro il termine di un mese, della revoca di un'omologazione e dei motivi che la giustificano.

5. Se lo Stato membro che ha rilasciato l'omologazione contesta la mancata conformità di cui è stato informato, gli Stati membri interessati si impegnano a risolvere la controversia. La Commissione è tenuta

▼B

informata e procede, ove necessario, alle opportune consultazioni al fine di pervenire ad una soluzione.

*Articolo 13***Requisiti per la protezione dei lavoratori**

La presente direttiva lascia impregiudicata la facoltà degli Stati membri di stabilire, nel rispetto del trattato, i requisiti ritenuti necessari per assicurare la protezione dei lavoratori che usano le macchine cui si applica la presente direttiva, purché ciò non pregiudichi l'immissione sul mercato dei motori in questione.

▼M2*Articolo 14***Adeguamento al progresso tecnico**

Ad eccezione dei requisiti di cui all'allegato I, punto 1, punti da 2.1 a 2.8 e punto 4, tutte le modifiche necessarie per adeguare gli allegati della presente direttiva al progresso tecnico sono adottate dalla Commissione secondo la procedura di cui all'articolo 15, paragrafo 2.

*Articolo 14 bis***Procedura per le deroghe**

La Commissione effettua uno studio circa le eventuali difficoltà tecniche ad ottemperare ai requisiti previsti dalla fase II per determinati utilizzi di motori, in particolare per le macchine in cui sono installati motori delle classi SH:2 e SH:3. Qualora lo studio della Commissione stabilisca che per motivi tecnici determinate macchine in particolare i motori portatili, ad uso professionale, operanti in diverse posizioni non possono rispettare i termini indicati, la Commissione, entro il 31 dicembre 2003 presenta una relazione accompagnata da opportune proposte di estensione del periodo di cui all'articolo 9 bis, paragrafo 7, e/o ulteriori deroghe, non superiori a cinque anni, eccetto in circostanze eccezionali per tali macchine, secondo la procedura di cui all'articolo 15, paragrafo 2.

*Articolo 15***Comitato**

1. La Commissione è assistita dal comitato per l'adeguamento al progresso tecnico delle direttive sull'eliminazione degli ostacoli tecnici al commercio nel settore dei veicoli a motore (in seguito denominato: il «comitato»).

2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano gli articoli 5 e 7 della decisione 1999/468/CE ⁽¹⁾, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

Il periodo di cui all'articolo 5, paragrafo 6, della decisione 1999/468/CE è fissato a tre mesi.

3. Il comitato adotta il proprio regolamento interno.

▼B*Articolo 16***Autorità responsabili dell'omologazione e servizi tecnici**

Gli Stati membri notificano alla Commissione e agli altri Stati membri i nomi e gli indirizzi delle autorità che rilasciano l'omologazione e dei servizi tecnici responsabili ai fini della presente direttiva. I servizi notificati devono soddisfare i requisiti di cui all'articolo 14 della direttiva 92/53/CEE.

⁽¹⁾ GU L 184 del 17.7.1999, pag. 23.

*Articolo 17***Recepimento nel diritto interno**

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva non oltre il 30 giugno 1998.

Quando gli Stati membri adottano tali disposizioni, queste contengono un riferimento alla presente direttiva o sono corredate di un siffatto riferimento all'atto della pubblicazione. Le modalità del riferimento sono decise dagli Stati membri.

2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione le disposizioni di diritto interno che adottano nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

*Articolo 18***Entrata in vigore**

La presente direttiva entra in vigore il ventesimo giorno dopo la pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale delle Comunità europee*.

*Articolo 19***Ulteriore riduzione dei limiti di emissione**

Entro il 2000, il Parlamento europeo e il Consiglio deliberano in merito alla proposta che sarà presentata dalla Commissione entro il 1999 su un'ulteriore riduzione dei limiti di emissione, tenendo conto dell'insieme delle tecniche disponibili in materia di controllo delle emissioni inquinanti l'atmosfera prodotte da motori ad accensione spontanea, nonché della situazione in materia di qualità dell'aria.

*Articolo 20***Destinatari**

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

▼ **M2**

Elenco degli allegati

ALLEGATO I	Ambito di applicazione, definizioni, simboli, abbreviazioni, marcatura del motore, specifiche e prove, conformità della produzione, parametri per la definizione della famiglia di motori, scelta del motore capostipite
ALLEGATO II	Scheda informativa
Appendice 1	Caratteristiche fondamentali del motore (capostipite)
Appendice 2	Caratteristiche fondamentali della famiglia di motori
Appendice 3	Caratteristiche fondamentali dei tipi di motore appartenenti ad una famiglia
ALLEGATO III	Procedimento di prova per motori ad accensione per compressione
Appendice 1	Procedure di misurazione e campionamento
Appendice 2	Taratura degli strumenti analitici
Appendice 3	Valutazione dei dati e calcoli
ALLEGATO IV	Procedimento di prova — motore ad accensione comandata
Appendice 1	Procedure di misurazione e campionamento
Appendice 2	Taratura degli strumenti di analisi
Appendice 3	Valutazione dei dati e calcoli
Appendice 4	Fattori di deterioramento
ALLEGATO V	Caratteristiche tecniche del carburante di riferimento prescritto per le prove di omologazione e per la verifica della conformità della produzione Carburante di riferimento per macchine mobili non stradali — motori ad accensione per compressione
ALLEGATO VI	Sistema analitico e di campionamento
ALLEGATO VII	Scheda di omologazione
Appendice 1	Risultati delle prove per i motori ad accensione per compressione
Appendice 2	Risultati delle prove per i motori ad accensione comandata
Appendice 3	Apparecchiature e dispositivi ausiliari da installare per la prova per determinare la potenza del motore
ALLEGATO VIII	Sistema di numerazione della scheda di omologazione
ALLEGATO IX	Elenco delle omologazioni rilasciate per un tipo di motori/famiglia di motori
ALLEGATO X	Elenco dei motori prodotti
ALLEGATO XI	Scheda relativa ai motori omologati
ALLEGATO XII	Riconoscimento di omologazioni alternative

▼B*ALLEGATO I***CAMPO DI APPLICAZIONE, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI, MARCATURA DEL MOTORE, SPECIFICHE E PROVE, CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE, PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLA FAMIGLIA DI MOTORI, SCELTA DEL MOTORE CAPOSTIPITE****1. CAMPO DI APPLICAZIONE****▼M2**

La presente direttiva si applica ai motori destinati ad essere montati sulle macchine mobili non stradali e ai motori secondari installati su veicoli destinati al trasporto di passeggeri o merci su strada.

▼B

Essa non si applica ai motori che azionano:

- i veicoli definiti nella direttiva 70/156/CEE ⁽¹⁾, e dalla direttiva 92/61/CEE ⁽²⁾,
- i trattori agricoli definiti nella direttiva 74/150/CEE ⁽³⁾.

Per rientrare nel campo d'applicazione della presente direttiva, i motori devono inoltre essere montati su macchine conformi ai seguenti requisiti specifici:

▼M2

A. destinate e idonee a far muovere, o a essere mosse, su terreno con o senza strada, con alternativamente:

- i) un motore ad accensione per compressione avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 compresa tra 18 kW e 560 kW ⁽⁴⁾ e funzionante a velocità intermittente più che ad una sola velocità costante.

Sono compresi in questa definizione i motori delle seguenti macchine (elenco non limitativo):

- impianti industriali di perforazione, compressori, ecc.,
- macchine da cantiere, comprendenti pale caricatrici ed apripista a ruote, trattori e pale caricatrici cingolati, caricatori su autocarro, autocarri fuoristrada, escavatori idraulici, ecc.,
- macchine agricole e motocoltivatori,
- macchine forestali,
- macchine agricole semoventi (esclusi i trattori sopra definiti),
- apparecchiature per la movimentazione dei materiali,
- elevatori a forza semoventi,
- macchine per la manutenzione stradale semoventi (motolivellatrici, rulli compressori, asfaltatrici),
- spazzaneve,
- attrezzature di supporto aeroportuali,
- piattaforme elevabili,
- autogru.

oppure

- ii) un motore ad accensione per compressione avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 compresa tra 18 kW e 560 kW e funzionante a velocità costante. I valori limite si applicano unicamente a decorrere dal 31 dicembre 2006.

Sono compresi in questa definizione i motori delle seguenti macchine (elenco non limitativo):

- compressori a gas,
- gruppi elettrogeni a carico intermittente, compresi refrigeratori e saldatrici,
- pompe ad acqua,

⁽¹⁾ GU L 42 del 23.2.1970, pag. 1. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 93/81/CEE (GU L 264 del 23.10.1993, pag. 49).

⁽²⁾ GU L 225 del 10.8.1992, pag. 72.

⁽³⁾ GU L 84 del 28.3.1974, pag. 10. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 88/297/CEE (GU L 126 del 20.5.1988, pag. 52).

⁽⁴⁾ L'omologazione concessa in base al regolamento n. 49 della Commissione economica per l'Europa, serie di modifiche 02, corrigenda 1/2 è considerata equivalente all'omologazione concessa in base alla direttiva 88/77/CEE (cfr. direttiva 92/53/CEE, allegato IV, parte II).

▼ **M2**

- apparecchi per il giardinaggio, decespugliatori, spazzaneve, spazzatrici,
 - oppure
 - iii) un motore ad accensione comandata a benzina avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 non superiore a 19 kW.
- Sono compresi in questa definizione i motori delle seguenti macchine (elenco non limitativo):
- falciatrici,
 - motoseghe,
 - generatori,
 - pompe ad acqua,
 - decespugliatori.

La presente direttiva non si applica ai seguenti veicoli:

- B. navi;
- C. locomotive ferroviarie;
- D. aeromobili;
- E. veicoli da diporto, ad esempio:
 - motoslitte,
 - motociclette da fuoristrada,
 - veicoli fuoristrada.

▼ **B**

2. DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

Ai fini della presente direttiva, si intendono per:

- 2.1. *motore ad accensione per compressione*, un motore che funziona secondo il principio dell'accensione per compressione (per esempio il motore diesel);
- 2.2. *inquinanti gassosi*, il monossido di carbonio, gli idrocarburi (considerando un rapporto $C_1: H_{1,85}$) e gli ossidi di azoto espressi in biossido di azoto (NO_2) equivalente;
- 2.3. *particolato inquinante*, qualsiasi materiale raccolto mediante determinati filtri dopo avere diluito i gas di scarico del motore ad accensione per compressione con aria filtrata pulita ad una temperatura massima di 52 °C (325 K);
- 2.4. *potenza netta*, la potenza in «kW CEE» ottenuta al banco di prova all'estremità dell'albero a gomiti, o al suo equivalente, misurata secondo il metodo CEE per la misura della potenza dei motori a combustione interna per veicoli stradali stabilito dalla direttiva 80/1269/CEE ⁽¹⁾, esclusa la potenza assorbita dalla ventola di raffreddamento del motore ⁽²⁾; la prova viene eseguita nelle condizioni e con il carburante di riferimento specificati nella presente direttiva;
- 2.5. *regime nominale*, la velocità massima di rotazione a pieno carico ammessa dal regolatore, specificata dal costruttore;
- 2.6. *carico percentuale*, la frazione della coppia massima disponibile ad una data velocità del motore;
- 2.7. *regime di coppia massima*, la velocità del motore alla quale si ottiene dal motore la coppia massima, specificata dal costruttore;
- 2.8. *regime intermedio*, la velocità del motore che soddisfa uno dei seguenti requisiti:
 - per motori progettati per funzionare a varie velocità lungo una curva di coppia a pieno carico, il regime intermedio è il regime di coppia massima dichiarato se questo è compreso tra il 60 % e il 75 % del regime nominale;

⁽¹⁾ GU L 375 del 31.12.1980, pag. 46. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 89/491/CEE (GU L 238 del 15.8.1989, pag. 43).

⁽²⁾ Ciò significa che, contrariamente a quanto disposto al punto 5.1.1.1 dell'allegato I della direttiva 80/1269/CEE, la ventola di raffreddamento del motore non deve essere montata durante la prova di controllo della potenza netta, se invece il costruttore esegue la prova con la ventola montata sul motore, alla potenza così misurata va aggiunta la potenza assorbita dalla ventola stessa ► **M2**, salvo qualora la ventola di motori raffreddati ad aria sia montata direttamente sull'albero a gomiti (cfr. allegato VII, appendice 3) ◀.

▼B

- se il regime di coppia massima dichiarato è minore del 60 % del regime nominale, il regime intermedio è il 60 % del regime nominale;
- se il regime di coppia massima dichiarato è maggiore del 75 % del regime nominale, il regime intermedio è il 75 % del regime nominale;

▼M2

- per motori da sottoporre a prova nel ciclo G1, il regime intermedio è l'85 % del regime nominale massimo (cfr. il punto 3.5.1.2 dell'allegato IV);
- 2.9. *parametro regolabile*, qualsiasi dispositivo, sistema o elemento del progetto regolabile fisicamente che possa influire sulle emissioni o sulle prestazioni del motore durante la prova delle emissioni o nel corso del funzionamento normale;
- 2.10. *post-trattamento*, il passaggio dei gas di scarico attraverso un dispositivo o un sistema deputato ad alterare i gas, dal punto di vista chimico o fisico, prima del rilascio in atmosfera;
- 2.11. *motore ad accensione comandata*, motore che funziona in base al principio dell'accensione a scintilla;
- 2.12. *dispositivo ausiliario di controllo delle emissioni*, qualsiasi dispositivo che rileva i parametri di esercizio del motore allo scopo di regolare il funzionamento di una parte qualsiasi del sistema di controllo delle emissioni;
- 2.13. *sistema di controllo delle emissioni*, qualsiasi dispositivo, sistema o elemento del progetto che controlla o riduce le emissioni;
- 2.14. *sistema del carburante*, tutti i componenti adibiti alla misurazione e alla miscelazione del carburante;
- 2.15. *motore secondario*, un motore installato in o su un veicolo a motore che tuttavia non fornisce la forza motrice al veicolo;
- 2.16. *durata della modalità di prova*, il lasso di tempo compreso tra lo stacco dal regime e/o dalla coppia della modalità precedente o della fase di precondizionamento e l'inizio della modalità successiva. Comprende i tempi per il cambiamento del regime e/o della coppia e la stabilizzazione all'inizio di ciascuna modalità.

▼B**►M2** 2.17. ◀ **Simboli e abbreviazioni****►M2** 2.17.1. ◀ *Simboli per i parametri di prova*

Simbolo	Unità	Termine
A_p	m ²	Sezione trasversale della sonda di campionamento isocinetico
A_T	m ²	Sezione trasversale del condotto di scarico
aver		Valori medi ponderati per:
	m ³ /h	— portata volumetrica
	kg/h	— portata massica
C1	—	Idrocarburo a 1 carbonio equivalente
conc	ppm Vol %	Concentrazione (col suffisso del componente qualificante)
conc _c	ppm Vol %	Concentrazione depurata del fondo
conc _d	ppm Vol %	Concentrazione dell'aria di diluizione
DF	—	Fattore di diluizione
f_a	—	Fattore atmosferico di laboratorio
F_{FH}	—	Fattore specifico del carburante utilizzato per i calcoli delle concentrazioni a umido dal rapporto delle concentrazioni di idrogeno su carbonio a secco
G_{AIRW}	kg/h	Portata massica dell'aria aspirata su umido
G_{AIRD}	kg/h	Portata massica dell'aria aspirata sul secco

▼B

G_{DILW}	kg/h	Portata massica dell'aria di diluizione su umido
G_{EDFW}	kg/h	Portata massica del gas di scarico diluito equivalente su umido
G_{EXHW}	kg/h	Portata massica del gas di scarico su umido
G_{FUEL}	kg/h	Portata massica di carburante
G_{TOTW}	kg/h	Portata massica del gas di scarico diluito su umido
H_{REF}	g/kg	Valore di riferimento dell'umidità assoluta 10,71 g/kg per il calcolo dei fattori di correzione di NO_x e particolato per l'umidità
H_a	g/kg	Umidità assoluta dell'aria aspirata
H_d	g/kg	Umidità assoluta dell'aria di diluizione
i	—	Pedice indicante una singola modalità
K_H	—	Fattore di correzione dell'umidità per NO_x
K_p	—	Fattore di correzione dell'umidità per il particolato
$K_{W,a}$	—	Fattore di correzione da secco a umido per l'aria aspirata
$K_{W,d}$	—	Fattore di correzione da secco a umido per l'aria di diluizione
$K_{W,e}$	—	Fattore di correzione da secco a umido per il gas di scarico diluito
$K_{W,r}$	—	Fattore di correzione da secco a umido per il gas di scarico tal quale
L	%	Coppia percentuale riferita alla coppia massima per la velocità di prova
$mass$	g/h	Pedice che denota la portata di massa delle emissioni
M_{DIL}	kg	Massa del campione di aria di diluizione passata attraverso i filtri di campionamento del particolato
M_{SAM}	kg	Massa del campione di scappamento diluito passata attraverso i filtri di campionamento del particolato
M_d	mg	Massa del campione di particolato dell'aria di diluizione raccolta
M_f	mg	Massa del campione di particolato raccolto
P_a	kPa	Pressione di vapore di saturazione dell'aria di aspirazione del motore (ISO 3046: P_{sy} = PSY ambiente di prova)
P_B	kPa	Pressione barometrica totale (ISO 3046: P_x = PX pressione totale ambiente industriale P_y = PY Pressione totale ambiente di prova)
P_d	kPa	Pressione di saturazione del vapore nell'aria di diluizione
P_s	kPa	Pressione atmosferica a secco
P	kW	Potenza al freno non corretta
P_{AE}	kW	Potenza totale dichiarata assorbita dagli impianti ausiliari applicati per la prova ma non prescritti al punto 2.4 del presente allegato
P_M	kW	Potenza massima misurata alla velocità di prova nelle condizioni di prova (vedi allegato VI, appendice 1)
P_m	kW	Potenza misurata con le differenti modalità di prova

▼B

q	—	Rapporto di diluizione
r	—	Rapporto tra le sezioni trasversali della sonda isocinetica e del condotto di scarico
R _a	%	Umidità relativa dell'aria aspirata
R _d	%	Umidità relativa dell'aria di diluizione
R _f	—	Fattore di risposta del FID
S	kW	Regolazione del dinamometro
T _a	K	Temperatura assoluta dell'aria aspirata
T _D	K	Temperatura assoluta del punto di rugiada
T _{ref}	K	Temperatura di riferimento (dell'aria di combustione: 298 K)
V _{AIRD}	m ³ /h	Portata dell'aria aspirata, sul secco
V _{AIRW}	m ³ /h	Portata dell'aria aspirata, su umido
V _{DIL}	m ³	Volume del campione di aria di diluizione passato attraverso i filtri di campionamento del particolato
V _{DILW}	m ³ /h	Portata volumetrica dell'aria di diluizione, su umido
V _{EDFW}	m ³ /h	Portata volumetrica del gas di scarico diluito equivalente, su umido
V _{EXHD}	m ³ /h	Portata volumetrica del gas di scarico, sul secco
V _{EXHW}	m ³ /h	Portata volumetrica del gas di scarico, su umido
V _{SAM}	m ³	Volume del campione passato attraverso i filtri di campionamento del particolato
V _{TOTW}	m ³ /h	Portata volumetrica del gas di scarico diluito, su umido
WF	—	Fattore di ponderazione
WF _E	—	Fattore di ponderazione efficace

►M2 2.17.2. ◀ *Simboli dei componenti chimici*

CO	Monossido di carbonio
CO ₂	Biossido di carbonio
HC	Idrocarburi
NO _x	Ossidi d'azoto
NO	Ossido nitrico
NO ₂	Biossido d'azoto
O ₂	Ossigeno
C ₂ H ₆	Etano
PT	Particolato
DOP	Di-ottilftalato
CH ₄	Metano
C ₃ H ₈	Propano
H ₂ O	Acqua
PTFE	Politetrafluoroetilene

►M2 2.17.3. ◀ *Abbreviazioni*

FID	Rivelatore a ionizzazione di fiamma
HFID	Rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato
NDIR	Analizzatore a infrarossi non dispersivo

▼B

CLD	Rivelatore a chemiluminescenza
HCLD	Rivelatore a chemiluminescenza riscaldato
PDP	Pompa volumetrica
CFV	Tubo di Venturi a portata critica

3. MARCATURE DEL MOTORE

▼M2

- 3.1. Il motore ad accensione per compressione omologato a norma della presente direttiva deve recare:

▼B

- 3.1.1. il marchio di fabbrica o la ragione sociale del costruttore del motore;
- 3.1.2. il tipo di motore, la famiglia di motori (se applicabile) e un numero di identificazione unico del motore;
- 3.1.3. il numero di omologazione CE descritto nell' ►M2 allegato VIII ◄.

▼M2

- 3.2. Il motore ad accensione comandata omologato a norma della presente direttiva deve recare:
- 3.2.1. il marchio di fabbrica o la ragione sociale del costruttore del motore;
- 3.2.2. il numero di omologazione CE descritto nell'allegato VIII.

▼B

- M2 3.3. ◄ Le marcature devono avere una durata pari alla vita utile del motore e devono essere chiaramente leggibili e indelebili. Se si utilizzano etichette o targhette, queste devono essere apposte in maniera tale che anche il fissaggio abbia una durata pari alla vita utile del motore e non devono poter essere rimosse senza essere distrutte o cancellate.
- M2 3.4. ◄ La marcatura deve essere apposta su una parte del motore necessaria per il normale funzionamento dello stesso e che non deve, in linea di massima, essere sostituita per tutta la vita del motore.
- M2 3.4.1. ◄ La marcatura deve trovarsi in una posizione facilmente visibile per una persona di altezza media dopo che il motore è stato completato con tutti i dispositivi ausiliari occorrenti per il suo funzionamento.
- M2 3.4.2. ◄ Ogni motore deve essere munito di una targhetta supplementare amovibile, in materiale durevole, recante tutti i dati specificati al punto 3.1 e, se necessario, collocata in modo tale che le marcature di cui al medesimo punto risultino facilmente visibili per una persona di altezza media e facilmente accessibili quando il motore è montato su una macchina.
- M2 3.5. ◄ La codifica dei motori nel contesto dei numeri di identificazione deve permettere la determinazione inequivocabile della sequenza di produzione.
- M2 3.6. ◄ Prima di uscire dalla linea di produzione, il motore deve recare tutte le marcature.
- M2 3.7. ◄ La posizione esatta delle marcature del motore deve essere dichiarata nell' ►M2 allegato VII ◄, parte 1.

4. SPECIFICHE E PROVE

▼M2

4.1. Motori ad accensione per compressione

▼B►M2 4.1.1. ◄ *Informazioni generali*

Gli elementi che possono influire sull'emissione di inquinanti gassosi e di particolato devono essere progettati, costruiti e montati in modo che il motore, in condizioni normali d'uso e nonostante le vibrazioni alle quali può essere sottoposto, soddisfi le disposizioni della presente direttiva.

I provvedimenti tecnici presi dal costruttore devono garantire che le emissioni suddette siano effettivamente limitate in conformità con la presente direttiva, per la normale durata di vita del motore e nelle normali condizioni d'uso. Queste disposizioni sono considerate soddi-

▼B

sfatte se sono soddisfatte rispettivamente le disposizioni dei punti ►M2 4.1.2.1 ◄, ►M2 4.1.2.3 ◄ e 5.3.2.1.

Se si utilizza un convertitore catalitico e/o una trappola del particolato, il costruttore deve dimostrare, mediante prove di durata, che possono essere eseguite dal costruttore stesso secondo buona pratica ingegneristica, e mediante corrispondente documentazione, che questi dispositivi di post-trattamento sono praticamente in grado di funzionare correttamente per tutta la durata della vita del motore. I documenti devono essere presentati in conformità con i requisiti del punto 5.2 e in particolare del punto 5.2.3. Una corrispondente garanzia deve essere assicurata al cliente. È ammessa la sostituzione programmata del dispositivo dopo un certo periodo di funzionamento del motore. Qualsiasi intervento di regolazione, riparazione, smontaggio, pulitura o sostituzione di componenti del motore o di sistemi, eseguito regolarmente allo scopo di evitare un funzionamento difettoso del motore nel contesto del dispositivo di post-trattamento, verrà effettuato solo nella misura tecnicamente necessaria per assicurare un corretto funzionamento del sistema di controllo delle emissioni. Di conseguenza, i requisiti di manutenzione programmata devono essere inclusi nel manuale per l'utente e devono essere coperti dalle disposizioni di garanzia succitate e approvati prima della concessione dell'omologazione. Nella scheda informativa che figura nell'allegato II della presente direttiva deve essere incluso un estratto del manuale relativo alla manutenzione e alla sostituzione del dispositivo o dei dispositivi di trattamento e alle condizioni di garanzia.

►M2 4.1.2. ◄ *Specifiche relative alle emissioni di inquinanti*

Gli inquinanti gassosi e il particolato emessi dal motore sottoposto a prova devono essere misurati con i metodi descritti nell'►M2 allegato VI ◄.

Sono accettati altri sistemi o analizzatori, purché essi forniscano risultati equivalenti ai seguenti sistemi di riferimento:

- per le emissioni gassose misurate sullo scarico tal quale, il sistema illustrato nella figura 2 dell'►M2 allegato VI ◄;
- per le emissioni gassose misurate sullo scarico diluito di un sistema di diluizione a portata piena, il sistema illustrato nella figura 3 dell'►M2 allegato VI ◄;
- per le emissioni di particolato, il sistema di diluizione a portata piena funzionante con un filtro separato per ciascuna modalità oppure con il metodo del filtro singolo illustrato nella figura 13 dell'►M2 allegato VI ◄.

La determinazione dell'equivalenza del sistema deve essere basata su uno studio di correlazione su sette (o più) cicli di prova tra il sistema in considerazione e uno o più dei sistemi di riferimento di cui sopra.

Il criterio di equivalenza è definito come concordanza, nei limiti del $\pm 5\%$, tra le medie dei valori pesati delle emissioni del ciclo. Il ciclo da impiegare è quello indicato nell'allegato III, punto 3.6.1.

Per introdurre un nuovo sistema nella direttiva, la determinazione dell'equivalenza deve essere basata sul calcolo di ripetibilità e riproducibilità descritto nella norma ISO 5725.

►M2 4.1.2.1. ◄ Le emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossido d'azoto e particolato non devono superare, per la fase I, i valori indicati nella tabella seguente:

Potenza netta (P) (kW)	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Idrocarburi (HC) (g/kWh)	Ossidi di azoto (NO _x) (g/kWh)	Particolato (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	5,0	1,3	9,2	0,54
75 ≤ P < 130	5,0	1,3	9,2	0,70
37 ≤ P < 75	6,5	1,3	9,2	0,85

►M2 4.1.2.2. ◄ I limiti di emissione di cui al punto ►M2 4.1.2.1 ◄ sono misurati all'uscita del motore e devono essere raggiunti prima di applicare un qualsiasi dispositivo di posttrattamento dello scarico.

▼B

- **M2** 4.1.2.3. ◀ Le emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossidi d'azoto e particolato non devono superare, per la fase II, i valori indicati nella tabella seguente:

Potenza netta (P) (kW)	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Idrocarburi (HC) (g/kWh)	Ossidi di azoto (NO _x) (g/kWh)	Particolato (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130	5,0	1,0	► C1 6,0 ◀	0,3
37 ≤ P < 75	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37	5,5	1,5	8,0	0,8

- **M2** 4.1.2.4. ◀ Nel caso in cui, come definito nel punto 6 in combinato disposto con l'allegato II, appendice 2, una famiglia di motori copra più di una fascia di potenza, i valori delle emissioni del motore capostipite (omologazione) e di tutti i tipi di motore che rientrano nella stessa famiglia devono essere conformi ai requisiti più severi della fascia di potenza superiore. Il richiedente può, per sua libera scelta, limitare la definizione delle famiglie di motori a singole fasce di potenza e richiedere la relativa omologazione.

▼M24.2. **Motori ad accensione comandata**4.2.1. *Informazioni generali*

Gli elementi che possono influire sull'emissione d'inquinanti gassosi devono essere progettati, costruiti e montati in modo che, in condizioni normali di utilizzazione e malgrado le vibrazioni cui può essere sottoposto, il motore possa soddisfare alle disposizioni della presente direttiva.

I provvedimenti tecnici presi dal costruttore devono garantire che le emissioni suddette siano effettivamente limitate conformemente alla presente direttiva, per la normale durata di vita del motore e nelle normali condizioni d'uso ai sensi dell'allegato IV, appendice 4.

4.2.2. *Specifiche relative alle emissioni di inquinanti*

I componenti gassosi emessi dal motore sottoposto alla prova devono essere misurati con i metodi descritti nell'allegato VI (si considera incluso qualsiasi eventuale dispositivo di post-trattamento).

Sono accettati altri sistemi o analizzatori, purché essi forniscano risultati equivalenti ai seguenti sistemi di riferimento:

- per le emissioni gassose misurate sullo scarico tal quale, il sistema illustrato nella figura 2 dell'allegato VI,
- per le emissioni gassose misurate sullo scarico diluito di un sistema di diluizione a flusso pieno, il sistema illustrato nella figura 3 dell'allegato VI.

- 4.2.2.1. Le emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossido d'azoto e la somma totale di idrocarburi e ossidi di azoto non devono superare, per la fase I, i valori indicati nella tabella seguente:

Fase I

Classe	Monossido di carbonio (CO) (g/ kWh)	Idrocarburi (HC) (g/kWh)	Ossidi di azoto (NO _x) (g/kWh)	Somma di idro- carburi e ossidi di azoto (g/kWh)
				HC + NO _x
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50

▼M2

Classe	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Idrocarburi (HC) (g/kWh)	Ossidi di azoto (NO _x) (g/kWh)	Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (g/kWh)
				HC + NO _x
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

- 4.2.2.2. Le emissioni di monossido di carbonio e la somma totale di idrocarburi e ossidi di azoto non devono superare, per la fase II, i valori indicati nella tabella seguente:

Fase II (*)

Classe	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (g/kWh)
		HC + NO _x
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

(*) Cfr. allegato 4, appendice 4: inclusi i fattori di deterioramento.

Le emissioni di NO_x per tutte le classi di motori non devono superare i 10 g/kWh.

- 4.2.2.3. In deroga alla definizione di «motore portatile» di cui all'articolo 2 della presente direttiva, i motori a due tempi utilizzati per gli spazzaneve devono rispettare soltanto gli standard fissati per le classi SH:1, SH:2 o SH:3.

▼B**4.3. Installazione sulle macchine mobili**

L'installazione del motore sulla macchina mobile deve essere conforme alle limitazioni enunciate nell'ambito dell'omologazione. Inoltre, devono essere sempre soddisfatte le seguenti caratteristiche in merito all'omologazione del motore:

- 4.3.1. la depressione all'aspirazione non deve superare quella specificata per il motore omologato nell'allegato II, appendice 1 o 3 rispettivamente;
- 4.3.2. la contropressione allo scarico non deve superare quella specificata per il motore omologato nell'allegato II, appendice 1 o 3 rispettivamente.

5. CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

- 5.1. Per quanto riguarda la verifica dell'esistenza di disposizioni e procedure atte ad assicurare un controllo efficace della conformità della produzione prima di concedere l'omologazione, l'autorità che rilascia l'omologazione deve accettare anche la conformità del costruttore in base alla norma armonizzata EN 29002 (nel cui ambito ricadono i motori in oggetto) o ad una norma equivalente. Il costruttore deve fornire i dettagli della registrazione e impegnarsi ad informare l'autorità che rilascia l'omologazione di qualsiasi revisione della sua validità o del campo di applicazione. Per verificare la costante conformità coi requi-

▼B

siti del punto 4.2, devono essere eseguiti idonei controlli della produzione.

- 5.2. Il detentore dell'omologazione deve in particolare:
- 5.2.1. garantire l'esistenza di procedure efficaci di controllo della qualità del prodotto;
- 5.2.2. avere accesso alle apparecchiature di controllo necessarie per controllare la conformità con ciascun tipo omologato;
- 5.2.3. assicurare che i dati dei risultati delle prove siano registrati e che i documenti allegati rimangano a disposizione per un periodo di tempo che sarà determinato in accordo con l'autorità che rilascia l'omologazione.
- 5.2.4. analizzare i risultati di ciascun tipo di prova allo scopo di verificare e assicurare la stabilità delle caratteristiche del motore, tenendo conto delle variazioni del processo industriale di produzione;
- 5.2.5. assicurare che tutte le volte che un campionamento di motori o loro componenti rivela una non conformità con il tipo di prova considerato si eseguano un altro campionamento e un'altra prova. Devono essere attuati tutti i provvedimenti necessari per ristabilire la conformità della corrispondente produzione.
- 5.3. L'autorità competente che ha concesso l'omologazione può in qualunque momento verificare i metodi di controllo della conformità applicati a ciascuna unità di produzione.
- 5.3.1. Ad ogni ispezione, devono essere presentati all'ispettore i registri delle prove e il registro di controllo della produzione.
- 5.3.2. Se il livello di qualità è insoddisfacente o se si ritiene necessario verificare la validità dei dati presentati in applicazione del punto 4.2, si adotta la seguente procedura:
- 5.3.2.1. un motore viene prelevato dalla serie e sottoposto alle prove descritte nell'allegato III. Le emissioni di ossido di carbonio, idrocarburi, ossidi d'azoto e particolato non devono superare rispettivamente i valori indicati nella tabella del punto 4.2.1, ottenuti nelle condizioni del punto 4.2.2, o nella tabella del punto 4.2.3.
- 5.3.2.2. Se il motore prelevato non soddisfa i requisiti del punto 5.3.2.1, il costruttore può chiedere che vengano eseguite misurazioni su un campione di motori corrispondenti alla stessa specifica prelevati dalla serie e comprendente il motore prelevato inizialmente. Il costruttore fissa l'entità n del campione in accordo con il servizio tecnico. I motori, tranne quello prelevato inizialmente, vengono sottoposti ad una prova. Per ciascun inquinante viene quindi determinata la media aritmetica ($\bar{x}$) dei risultati ottenuti sul campione. La produzione della serie sarà considerata conforme se è soddisfatta la seguente condizione:

$$\bar{x} + k \cdot S_t \leq L \quad (1)$$

dove:

L : è il valore limite stabilito nel punto 4.2.1/4.2.3 per ciascun inquinante considerato;

k : è un fattore statistico che dipende da n e che è dato dalla tabella seguente:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

$$\text{se } n \geq 20, k = \frac{0,860}{\sqrt{n}}$$

(1) $S_t^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}$ dove x è qualsiasi dei singoli risultati ottenuti sul campione n .

▼B

5.3.3. L'autorità che rilascia l'omologazione o il servizio tecnico incaricato di verificare la conformità della produzione esegue prove su motori parzialmente o completamente rodati, secondo le specifiche del costruttore.

5.3.4. La frequenza normale delle ispezioni autorizzate dalle autorità competenti è di una all'anno. Se non sono soddisfatti i requisiti del punto 5.3.2, l'autorità competente deve assicurare che vengano intraprese tutte le azioni necessarie per ristabilire la conformità della produzione quanto più rapidamente possibile.

6. PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLA FAMIGLIA DI MOTORI

La famiglia di motori può essere definita in base a parametri fondamentali di progetto che devono essere comuni a tutti i motori della famiglia. In alcuni casi, l'interazione tra parametri è ammessa. È necessario tener conto anche di questi effetti per assicurare che all'interno di una famiglia di motori siano inclusi solo motori con caratteristiche simili di emissioni allo scarico.

Affinché due motori siano considerati appartenenti alla stessa famiglia di motori, devono avere in comune i seguenti parametri fondamentali:

6.1. Ciclo di combustione:

- 2 tempi
- 4 tempi

6.2. Fluido di raffreddamento:

- aria
- acqua
- olio

▼M2

6.3. Cilindrata unitaria: entro una fascia di variazione dall'85 % al 100 % della cilindrata massima della famiglia di motori in questione.

6.4. Metodo di aspirazione dell'aria

6.5. Tipo di carburante:

- diesel
- benzina

6.6. Tipo/disegno della camera di combustione

6.7. Valvole e luci: configurazioni, dimensioni e numero

6.8. Sistema di alimentazione carburante:

per il diesel

- iniettore a pompa
- pompa in linea
- pompa distributore
- elemento singolo
- iniettore unitario

per la benzina

- carburatore
- iniezione indiretta carburante
- iniezione diretta

6.9. Caratteristiche varie:

- ricircolo dei gas di scarico
- iniezione d'acqua/emulsione
- iniezione di aria
- sistema di raffreddamento della sovralimentazione
- tipo di accensione (a compressione, a scintilla)

6.10. Post-trattamento dello scarico:

- catalizzatore di ossidazione
- catalizzatore di riduzione
- catalizzatore a tre vie
- reattore termico
- trappola del particolato

▼B

7. SCELTA DEL MOTORE CAPOSTIPITE
 - 7.1. Il motore capostipite della famiglia deve essere selezionato in base al criterio principale della quantità massima di carburante erogata per ogni corsa al regime dichiarato di coppia massima. Nel caso in cui due o più motori condividano questo criterio principale, il motore capostipite sarà scelto in base al criterio secondario della quantità massima di carburante erogata per ogni corsa al regime nominale. In certi casi, l'autorità omologante può ritenere che il caso peggiore per quanto riguarda il livello delle emissioni di una famiglia venga caratterizzato meglio provando un secondo motore. Pertanto, l'autorità omologante può selezionare un secondo motore da sottoporre a prova, sulla base di caratteristiche che indicano che esso può presentare i livelli massimi di emissioni all'interno di quella famiglia di motori.
 - 7.2. Se la famiglia comprende motori che presentano altre caratteristiche variabili che probabilmente incidono sulle emissioni allo scarico, anche queste caratteristiche devono essere identificate e considerate nella scelta del motore capostipite.



ALLEGATO II

SCHEDA INFORMATIVA N. ...

concernente l'omologazione e relativa ai provvedimenti contro l'emissione di inquinanti gassosi e di particolato prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali

(Direttiva 97/68/CE, modificata da ultimo dalla direttiva ../../CE)

Capostipite del/Tipo di motore⁽¹⁾:

0. **Dati generali**

0.1. Marca (denominazione commerciale):

0.2. Tipo e descrizione commerciale del motore/dei motori capostipite e (se applicabile) della famiglia di motori⁽¹⁾:

0.3. Codice di identificazione del tipo marcato dal costruttore sul motore/i⁽¹⁾:

0.4. Descrizione delle macchine azionate dal motore⁽²⁾:

0.5. Nome e indirizzo del costruttore:

Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore:

0.6. Posizione, codifica e metodo di apposizione del numero di identificazione del motore:

0.7. Posizione e metodo di apposizione del marchio di omologazione CE:

0.8. Indirizzo dello o degli stabilimenti di montaggio:

Allegati

1.1. Caratteristiche fondamentali del motore o dei motori capostipite (vedi appendice 1)

1.2. Caratteristiche fondamentali della famiglia di motori (vedi appendice 2)

1.3. Caratteristiche fondamentali dei tipi di motore appartenenti ad una famiglia (vedi appendice 3)

2. Caratteristiche delle parti correlate al motore della macchina mobile (se applicabile)

3. Fotografie del motore capostipite

4. Elenco degli altri eventuali allegati

Data e numero di pratica

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

⁽²⁾ Definite nell'allegato I, parte 1 (ad es.: «A»).



Appendice 1

CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DEL MOTORE (CAPOSTIPITE)⁽¹⁾

1. DESCRIZIONE DEL MOTORE
 - 1.1. Costruttore:
 - 1.2. Codice assegnato al motore dal costruttore:
 - 1.3. Ciclo: quattro tempi/due tempi⁽²⁾
 - 1.4. Alesaggio: mm
 - 1.5. Corsa: mm
 - 1.6. Numero e disposizione dei cilindri:
 - 1.7. Cilindrata: cm³
 - 1.8. Regime nominale:
 - 1.9. Regime di coppia massima:
 - 1.10. Rapporto volumetrico di compressione⁽³⁾:
 - 1.11. Descrizione del sistema di combustione:
 - 1.12. Disegno/i della camera di combustione e del cielo del pistone:
 - 1.13. Sezione minima delle luci di aspirazione e di scarico:
 - 1.14. Sistema di raffreddamento
 - 1.14.1. *Liquido*
 - 1.14.1.1. Natura del liquido:
 - 1.14.1.2. Pompa/e di circolazione: sì/no⁽²⁾
 - 1.14.1.3. Caratteristiche o marca (marche) e tipo/i (se applicabile):
 - 1.14.1.4. Rapporto/i di trasmissione (se applicabile):
 - 1.14.2. *Ad aria*
 - 1.14.2.1. Ventola: sì/no⁽²⁾
 - 1.14.2.2. Caratteristiche o marca (marche) e tipo/i (se applicabile):
 - 1.14.2.3. Rapporto/i di trasmissione (se applicabile):
 - 1.15. Temperatura consentita dal costruttore
 - 1.15.1. Raffreddamento a liquido: temperatura massima all'uscita: K
 - 1.15.2. Raffreddamento ad aria: punto di riferimento:
Temperatura massima in corrispondenza del punto di riferimento: K
 - 1.15.3. Temperatura massima del refrigeratore intermedio di immissione all'uscita dell'aria del compressore (se applicabile): K
 - 1.15.4. Temperatura massima dei gas di scarico nel punto del tubo o dei tubi di scarico adiacente alla flangia o alle flange d'uscita del collettore o dei collettori di scarico: K
 - 1.15.5. Temperatura del lubrificante: min: K
max: K

⁽¹⁾ Presentare per ciascun motore nel caso di più motori capostipite.

⁽²⁾ Cancellare la dicitura inutile.

⁽³⁾ Specificare la tolleranza.

▼B

- 1.16. Sovralimentatore: sì/no⁽¹⁾
- 1.16.1. Marca:
- 1.16.2. Tipo:
- 1.16.3. Descrizione del sistema (ad es. pressione massima di sovralimentazione, eventuale presenza di valvola limitatrice della pressione di sovralimentazione):
- 1.16.4. Refrigeratore intermedio: sì/no⁽¹⁾
- 1.17. Sistema di aspirazione: depressione massima ammissibile all'aspirazione al regime nominale del motore e sotto carico del 100 %: kPa
- 1.18. Sistema di scarico: contropressione massima ammissibile allo scarico al regime nominale del motore sotto carico del 100 %: kPa
2. DISPOSITIVI SUPPLEMENTARI CONTRO L'INQUINAMENTO (se presenti e se non sono trattati sotto altre voci)
— Descrizione e/o diagramma/i:
3. ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE
- 3.1. **Pompa di alimentazione**
Pressione⁽²⁾ o diagramma caratteristico: kPa
- 3.2. **Sistema di iniezione**
- 3.2.1. *Pompa*
- 3.2.1.1. Marca:
- 3.2.1.2. Tipo/i:
- 3.2.1.3. Mandata: ... e ... mm³ (2) per corsa o ciclo a iniezione massima alla velocità della pompa di: ... giri/min (nominali) e ... giri/min (coppia massima) rispettivamente, o diagramma caratteristico.
Indicare il metodo utilizzato: su motore/su banco prova pompe⁽¹⁾
- 3.2.1.4. **Anticipo dell'iniezione**
- 3.2.1.4.1. Curva dell'anticipo dell'iniezione⁽²⁾:
- 3.2.1.4.2. Fasatura⁽²⁾:
- 3.2.2. *Condotti di iniezione*
- 3.2.2.1. Lunghezza: mm
- 3.2.2.2. Diametro interno: mm
- 3.2.3. *Iniettore/i*
- 3.2.3.1. Marca (marche):
- 3.2.3.2. Tipo/i:
- 3.2.3.3. Pressione di apertura⁽²⁾ o diagramma caratteristico: kPa
- 3.2.4. *Regolatore*
- 3.2.4.1. Marca (marche):
- 3.2.4.2. Tipo/i:
- 3.2.4.3. Regime d'inizio dell'interruzione a pieno carico⁽²⁾: giri/min
- 3.2.4.4. Regime massimo a vuoto⁽²⁾: giri/min
- 3.2.4.5. Regime al minimo⁽²⁾: giri/min
- 3.3. **Sistema di avviamento a freddo**
- 3.3.1. Marca (marche):
- 3.3.2. Tipo/i:
- 3.3.3. Descrizione:

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.⁽²⁾ Specificare la tolleranza.

▼B

4. DISTRIBUZIONE

4.1. Alzata massima e angoli di apertura e chiusura riferiti ai punti morti o dati equivalenti:

.....

4.2. Intervalli di riferimento e/o di regolazione⁽¹⁾

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.



Appendice 2

CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELLA FAMIGLIA DI MOTORI

1. PARAMETRI COMUNI⁽¹⁾:

- 1.1. Ciclo di combustione:
- 1.2. Fluido di raffreddamento:
- 1.3. Metodo di aspirazione dell'aria:
- 1.4. Tipo o disegno della camera di combustione:
- 1.5. Valvole e luci: configurazione, dimensioni e numero:
- 1.6. Sistema di alimentazione carburante:
- 1.7. Sistemi di gestione del motore:
 - Prova di identità in base ai numeri del disegno:
 - sistema di raffreddamento sovralimentazione:
 - riciclo dei gas di scarico⁽²⁾:
 - iniezione/emulsione d'acqua⁽²⁾:
 - iniezione d'aria⁽²⁾:
- 1.8. Dispositivo di post-trattamento dello scarico⁽²⁾:
 - Dimostrazione di rapporto identico (o minimo per il motore capostipite): capacità del dispositivo/erogazione di carburante per corsa in base ai numeri di diagramma:

2. ELENCO DELLA FAMIGLIA DI MOTORI

- 2.1. Nome della famiglia di motori:
- 2.2. Specifiche dei motori della famiglia:

					Motore capostipite ⁽¹⁾
Tipo di motore					
N. cilindri					
Regime nominale (giri/min)					
► ⁽¹⁾ Erogazione carburante per corsa (mm ³) per i motori diesel, flusso del carburante (g/h) per i motori a benzina ◀					
Potenza netta nominale (kW)					
Regime di coppia massima (giri/min)					
► ⁽¹⁾ Erogazione carburante per corsa (mm ³) per i motori diesel, flusso del carburante (g/h) per i motori a benzina ◀					
Coppia massima (Nm)					
Regime di minimo (giri/min)					
Cilindrata del motore (in % del motore capostipite)					100

⁽¹⁾ Per la descrizione, vedi appendice 1.

⁽¹⁾ Compilare con le specifiche di cui ai punti 6 e 7 dell'allegato I.

⁽²⁾ Se non applicabile, indicare n.a.



Appendice 3

CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DEI TIPI DI MOTORE APPARTENENTI AD UNA FAMIGLIA⁽¹⁾

1. DESCRIZIONE DEL MOTORE
 - 1.1. Costruttore:
 - 1.2. Codice assegnato al motore dal costruttore:
 - 1.3. Ciclo: quattro tempi/due tempi⁽²⁾
 - 1.4. Alesaggio: mm
 - 1.5. Corsa: mm
 - 1.6. Numero e disposizione dei cilindri:
 - 1.7. Cilindrata: cm³
 - 1.8. Regime nominale:
 - 1.9. Regime di coppia massima:
 - 1.10. Rapporto volumetrico di compressione⁽³⁾:
 - 1.11. Descrizione del sistema di combustione:
 - 1.12. Disegno/i della camera di combustione e del cielo del pistone:
 - 1.13. Sezione minima delle luci di aspirazione e di scarico:
 - 1.14. **Sistema di raffreddamento**
 - 1.14.1. *A liquido*
 - 1.14.1.1. Natura del liquido:
 - 1.14.1.2. Pompa/e di circolazione: sì/no⁽²⁾
 - 1.14.1.3. Caratteristiche o marca (marche) e tipo/i (se applicabile):
 - 1.14.1.4. Rapporto/i di trasmissione (se applicabile):
 - 1.14.2. *Ad aria*
 - 1.14.2.1. Ventola: sì/no⁽²⁾
 - 1.14.2.2. Caratteristiche o marca (marche) e tipo/i (se applicabile):
 - 1.14.2.3. Rapporto(i) di trasmissione (se applicabile):
 - 1.15. **Temperatura consentita dal costruttore**
 - 1.15.1. Raffreddamento a liquido: temperatura massima all'uscita: K
 - 1.15.2. Raffreddamento ad aria: punto di riferimento:
Temperatura massima in corrispondenza del punto di riferimento: K
 - 1.15.3. Temperatura massima del refrigeratore intermedio di immissione all'uscita aria del compressore (se applicabile): K
 - 1.15.4. Temperatura massima dei gas di scarico nel punto del condotto o dei condotti di scarico adiacente alla flangia o alle flange d'uscita del collettore di scarico: K

⁽¹⁾ Presentare per ciascun motore della famiglia.

⁽²⁾ Cancellare la dicitura inutile.

⁽³⁾ Specificare la tolleranza.

▼ **B**

- 1.15.5. Temperatura del lubrificante: min: K
max: K
- 1.16. Sovralimentatore: sì/no ⁽¹⁾
- 1.16.1. Marca:
- 1.16.2. Tipo:
- 1.16.3. Descrizione del sistema (ad es. pressione massima di sovralimentazione, eventuale presenza di valvola limitatrice della pressione di sovralimentazione):
- 1.16.4. Refrigeratore intermedio: sì/no ⁽¹⁾
- 1.17. Sistema di aspirazione: depressione massima ammissibile all'aspirazione al regime nominale del motore e sotto carico del 100 %: kPa
- 1.18. Sistema di scarico: contropressione massima ammissibile allo scarico al regime nominale del motore sotto carico del 100 %: kPa
2. DISPOSITIVI SUPPLEMENTARI CONTRO L'INQUINAMENTO (se presenti e se non sono trattati sotto altre voci):
— Descrizione e/o diagramma/i:
3. ► ⁽¹⁾ **ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE PER I MOTORI DIESEL** ◀
- 3.1. **Pompa di alimentazione**
Pressione ⁽²⁾ o diagramma caratteristico: kPa
- 3.2. **Sistema di iniezione**
- 3.2.1. *Pompa*
- 3.2.1.1. Costruttore/i:
- 3.2.1.2. Tipo/i:
- 3.2.1.3. Mandata: ... e ... mm³ ⁽²⁾ per corsa o ciclo a iniezione massima alla velocità della pompa di: ... giri/min (nominali) e ... giri/min (coppia massima), rispettivamente, o diagramma caratteristico.
Indicare il metodo utilizzato: su motore/su banco prova pompe ⁽¹⁾
- 3.2.1.4. Anticipo dell'iniezione
- 3.2.1.4.1. Curva dell'anticipo dell'iniezione ⁽²⁾:
- 3.2.1.4.2. Fasatura ⁽²⁾:
- 3.2.2. *Condotti di iniezione*
- 3.2.2.1. Lunghezza: mm
- 3.2.2.2. Diametro interno: mm
- 3.2.3. *Iniettore/i*
- 3.2.3.1. Marca (marche):
- 3.2.3.2. Tipo/i:
- 3.2.3.3. Pressione di apertura ⁽²⁾ o diagramma caratteristico: kPa
- 3.2.4. *Regolatore*
- 3.2.4.1. Marca (marche):
- 3.2.4.2. Tipo/i:
- 3.2.4.3. Regime d'inizio dell'interruzione a pieno carico ⁽²⁾: giri/min
- 3.2.4.4. Regime massimo a vuoto ⁽²⁾: giri/min
- 3.2.4.5. Regime al minimo ⁽²⁾: giri/min

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.⁽²⁾ Specificare la tolleranza.

▼B

- 3.3. Sistema di avviamento a freddo
 - 3.3.1. Marca (marche):
 - 3.3.2. Tipo/i:
 - 3.3.3. Descrizione:
- ⁽¹⁾4. ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE PER I MOTORI A BENZINA
 - 4.1. Carburatore
 - 4.1.1. Marca o marche:
 - 4.1.2. Tipo o tipi:
 - 4.2. Iniezione indiretta carburante: punto singolo o multipunto
 - 4.2.1. Marca o marche:
 - 4.2.2. Tipo o tipi:
 - 4.3. Iniezione diretta
 - 4.3.1. Marca o marche:
 - 4.3.2. Tipo o tipi:
 - 4.4. Flusso del carburante [g/h] e rapporto aria/carburante al regime nominale e con la valvola a farfalla completamente aperta ◀
- ⁽¹⁾5. ◀ DISTRIBUZIONE
 - ⁽¹⁾5.1. ◀ Alzata massima e angoli di apertura e chiusura riferiti ai punti morti o dati equivalenti:
 -
 - ⁽¹⁾5.2. ◀ Intervalli di riferimento e/o di regolazione⁽¹⁾:
 - ⁽¹⁾5.3. Sistema variabile di registrazione della valvola (se applicabile e dove: aspirazione e/o scarico)
 - 5.3.1. Tipo: continuo o discontinuo
 - 5.3.2. Angolo di sfasamento di camma ◀
- ⁽¹⁾6. CONFIGURAZIONE LUCI
 - 6.1. Posizione, dimensione e numero ◀
- ⁽¹⁾7. SISTEMA DI INIEZIONE
 - 7.1. Bobina di accensione
 - 7.1.1. Marca o marche:
 - 7.1.2. Tipo o tipi:
 - 7.1.3. Numero
 - 7.2. Candela o candele
 - 7.2.1. Marca o marche:
 - 7.2.2. Tipo o tipi:
 - 7.3. Magnete
 - 7.3.1. Marca o marche:
 - 7.3.2. Tipo o tipi:
 - 7.4. Messa in fase dell'accensione
 - 7.4.1. Anticipo statico rispetto al punto morto superiore [gradi di rotazione dell'albero a gomito]:
 - 7.4.2. Curva di anticipo, se applicabile: ◀

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

▼B*ALLEGATO III***▼M2****PROCEDIMENTO DI PROVA PER MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE****▼B****1. INTRODUZIONE**

- 1.1. Il presente allegato descrive il metodo per la determinazione delle emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotte dai motori sottoposti a prova.
- 1.2. La prova viene eseguita con il motore montato su banco di prova e collegato ad un dinamometro.

2. CONDIZIONI DI PROVA**2.1. Requisiti generali**

Tutti i volumi e le portate volumetriche devono essere riferiti a 273 K (0 °C) e 101,3 kPa.

2.2. Condizioni di prova del motore

- 2.2.1. Misurare la temperatura assoluta T_a dell'aria di alimentazione del motore espressa in Kelvin, e la pressione atmosferica riferita al secco p_s , espressa in kPa, determinare il parametro f_a come segue:

Motori ad aspirazione naturale e con sovralimentatore meccanico:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \left(\frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

Motori turbocompressi, con o senza raffreddamento dall'aria aspirata:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T}{298} \right)^{1,5}$$

2.2.2. Validità della prova

Perché una prova sia riconosciuta valida, il parametro f_a deve soddisfare la relazione:

▼M1

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

▼B**2.2.3. Motori con raffreddamento dell'aria di sovralimentazione**

Registrare la temperatura del fluido di raffreddamento e la temperatura dell'aria di alimentazione.

2.3. Sistema di immissione aria del motore

Il motore di prova deve essere munito di un sistema di immissione dell'aria che presenti una restrizione dell'immissione corrispondente al limite superiore specificato dal costruttore per un depuratore per aria pulita alle condizioni di funzionamento del motore, specificate dal costruttore, che determinano il massimo flusso d'aria.

Si può utilizzare un sistema da officina di prova purché esso riproduca le effettive condizioni di funzionamento del motore.

2.4. Sistema di scarico nel motore

Il motore sottoposto alla prova deve essere munito di un sistema di scarico che presenti una contropressione allo scarico corrispondente al limite superiore specificato dal costruttore per le condizioni di funzionamento del motore che producono la potenza massima dichiarata.

▼B**2.5. Sistema di raffreddamento**

Un sistema di raffreddamento del motore avente una capacità sufficiente per mantenere il motore alle temperature di funzionamento normali prescritte dal costruttore.

2.6. Olio lubrificante

Le specifiche dell'olio lubrificante utilizzato per la prova devono essere registrate e presentate con i risultati della prova.

2.7. Carburante di prova

Il carburante è quello di riferimento specificato nell' ► **M2** allegato V ◀.

Il numero di cetano e il contenuto di zolfo del carburante di riferimento utilizzato per la prova devono essere registrati rispettivamente ai punti 1.1.1 e 1.1.2 dell' ► **M2** allegato VII ◀ appendice 1.

La temperatura del carburante all'ingresso della pompa di iniezione deve essere di 306-316 K (33-43 °C).

2.8. Determinazione delle regolazioni al dinamometro

Le regolazioni della restrizione sull'immissione e della contropressione sul condotto di scarico devono corrispondere ai limiti superiori specificati dal costruttore, conformemente ai punti 2.3 e 2.4.

I valori della coppia massima ai regimi di prova specificati vengono determinati sperimentalmente allo scopo di calcolare i valori della coppia per le modalità di prova specificate. Per motori che non sono progettati per funzionare su più regimi lungo la curva di coppia a pieno carico, la coppia massima ai regimi di prova deve essere dichiarata dal costruttore.

La regolazione del motore per ciascuna modalità di prova viene calcolata mediante la formula:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Se il rapporto,

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

il valore di P_{AE} può essere verificato dall'autorità tecnica che concede l'omologazione.

3. ESECUZIONE DELLA PROVA**3.1. Preparazione dei filtri di campionamento**

Almeno un'ora prima del collaudo, ciascuna coppia di filtri viene introdotta in una scatola di Petri chiusa ma non sigillata e posta in una camera di pesata per la stabilizzazione. Al termine del periodo di stabilizzazione, ciascuna coppia di filtri viene pesata e se ne registra la tara. La coppia di filtri viene poi conservata in una scatola di Petri chiusa o in un portafiltri fino al momento della prova. Se la coppia di filtri non viene utilizzata entro otto ore dalla rimozione dalla camera di pesata, deve essere pesata nuovamente prima dell'uso.

3.2. Installazione dell'apparecchiatura di misurazione

La strumentazione e le sonde di campionamento devono essere installate come prescritto. Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno per la diluizione dei gas di scarico, il condotto di scarico deve essere collegato al sistema.

3.3. Avviamento del sistema di diluizione e del motore

Il sistema di diluizione e il motore vengono avviati e riscaldati fino alla stabilizzazione delle temperature e delle pressioni al regime nominale e a pieno carico (punto 3.6.2).

▼B**3.4. Regolazione del rapporto di diluizione**

Con il metodo a filtro singolo (facoltativo con il metodo a filtri multipli), il sistema di campionamento del particolato deve essere in funzione su bypass. Il livello di fondo delle particelle nell'aria di diluizione può essere determinato facendo passare l'aria di diluizione attraverso i filtri del particolato. Se si utilizza aria di diluizione filtrata, si può effettuare una misura in qualsiasi momento prima, durante o dopo il collaudo. Se l'aria di diluizione non è filtrata, si devono effettuare le misure in almeno tre punti, dopo l'avviamento, prima dell'arresto e in un punto in prossimità della metà del ciclo, e si deve calcolare la media dei valori ottenuti.

L'aria di diluizione viene regolata in modo da ottenere in ciascuna modalità una temperatura massima della superficie del filtro non superiore a 325 K (52 °C). Il rapporto totale di diluizione non deve essere inferiore a quattro.

Per il metodo a filtro singolo, in tutte le modalità la portata di massa del campione attraverso il filtro deve essere in un rapporto costante rispetto alla portata di massa dello scarico diluito per sistemi a flusso pieno. Questo rapporto di massa non deve presentare variazioni superiori a $\pm 5\%$, salvo per i primi 10 secondi di ciascuna modalità nei sistemi non dotati di bypass. Per sistemi a diluizione parziale del flusso nel metodo a filtro singolo, la portata di massa attraverso il filtro deve essere costante con un'approssimazione del $\pm 5\%$ durante ciascuna modalità, salvo per i primi 10 secondi in ciascuna modalità per sistemi senza possibilità di bypass.

Per sistemi a concentrazione controllata di CO₂ o NO_x, il contenuto di CO₂ o NO_x dell'aria di diluizione deve essere misurato all'inizio e al termine di ciascuna prova. Le misure della concentrazione di fondo di CO₂ o NO_x prima e dopo la prova sull'aria di diluizione non devono variare di oltre 100 ppm o 5 ppm rispettivamente.

Quando si utilizza un sistema di analisi dei gas di scarico diluiti, le concentrazioni di fondo pertinenti vengono determinate campionando l'aria di diluizione in un sacco di campionamento lungo l'intera sequenza di prova.

Una concentrazione di fondo continua (determinata senza l'uso del sacco) può essere rilevata in almeno tre punti, all'inizio, al termine e in un punto prossimo alla metà del ciclo, determinando poi la media dei valori. A richiesta del costruttore, si può omettere la misurazione dei valori di fondo.

3.5. Controllo degli analizzatori

Gli analizzatori delle emissioni devono essere azzerati e calibrati.

3.6. Ciclo di prova**▼M2****3.6.1. Specifiche delle macchine conformemente all'allegato I, parte 1 A:**

3.6.1.1. Specifica A: I motori di cui all'allegato I, parte 1 A, punto i) sottoposti alla prova, vengono fatti funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 8 modalità ⁽¹⁾:

▼B

Modalità numero	Regime motore	Carico percentuale	Fattore di ponderazione
1	Nominale	100	0,15
2	Nominale	75	0,15
3	Nominale	50	0,15
4	Nominale	10	0,1
5	Intermedio	100	0,1

⁽¹⁾ Identico al ciclo C1 del progetto di norma ISO 8178-4.

▼B

Modalità numero	Regime motore	Carico percentuale	Fattore di ponderazione
6	Intermedio	75	0,1
7	Intermedio	50	0,1
8	Minimo	—	0,15

▼M2

3.6.1.2. Specifica B. I motori di cui alla parte 1 A, punto ii), sottoposti alla prova, vengono fatti funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 5 modalità ⁽¹⁾:

Modalità numero	Regime del motore	Carico percentuale	Fattore di ponderazione
1	Nominale	100	0,05
2	Nominale	75	0,25
3	Nominale	50	0,3
4	Nominale	25	0,3
5	Nominale	10	0,1

Le cifre relative al carico sono espresse in percentuale della coppia corrispondente alla potenza di servizio di base, definita come la potenza massima disponibile durante una sequenza di potenza variabile, la cui durata può corrispondere a un numero illimitato di ore annue, tra gli intervalli di manutenzione dichiarati e alle condizioni ambiente dichiarate; la manutenzione è effettuata secondo le disposizioni del costruttore ⁽²⁾.

▼B3.6.2. *Condizionamento del motore*

Il riscaldamento del motore e del sistema deve essere effettuato al regime massimo e alla coppia massima allo scopo di stabilizzare i parametri del motore secondo le raccomandazioni del costruttore.

Nota: Il periodo di condizionamento serve anche ad eliminare l'influenza dei depositi lasciati nel sistema di scarico da una precedente prova. È richiesto anche un certo periodo di stabilizzazione tra le varie fasi della prova, allo scopo di minimizzare le influenze di una fase su quella successiva.

►M2 3.6.3. *Sequenza di prova*

Avviare la sequenza di prova. La prova viene eseguita in ordine crescente di numero delle modalità sopraindicate per i cicli di prova.

Durante ciascuna modalità del rispettivo ciclo di prova ◀, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 1 % del regime nominale o $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, salvo per la marcia al minimo per la quale valgono limiti di tolleranza dichiarati dal costruttore. La coppia specificata deve essere mantenuta in modo che, durante il periodo nel quale vengono effettuate le misure, la media sia compresa tra ± 2 % della coppia massima al regime di prova.

Per ciascun punto di misurazione sono necessari almeno 10 minuti. Se per la prova di un motore occorrono tempi di campionamento più lunghi allo scopo di ottenere una sufficiente massa di particolato sul filtro di misurazione, la durata della modalità di prova può essere nella misura necessaria.

⁽¹⁾ Identico al ciclo D2 della norma ISO 8168-4: 1996 (E).

⁽²⁾ Per una migliore spiegazione della definizione di potenza di servizio di base cfr. la figura 2 della norma ISO 8528-1: 1993 (E).

▼B

La durata della modalità deve essere registrata nel documento di prova.

I valori di concentrazione delle emissioni gassose allo scarico vengono misurati e registrati durante gli ultimi tre minuti della modalità.

Il campionamento del particolato e la misurazione delle emissioni gassose non devono iniziare prima che si sia ottenuta la stabilizzazione del motore, come definito dal costruttore, e il completamento deve coincidere.

La temperatura del carburante viene misurata sull'aspirazione della pompa di iniezione del carburante o dove specificato dal costruttore, e la posizione di misurazione viene registrata.

3.6.4. *Risposta dell'analizzatore*

I dati forniti dall'analizzatore vengono registrati su un registratore scrivente o misurati con un sistema equivalente mentre il gas di scarico fluisce attraverso gli analizzatori almeno durante gli ultimi tre minuti di ciascuna modalità. Se si applica il campionamento a sacco per la misura di CO e CO₂ diluiti (vedi appendice 1, punto 1.4.4), viene raccolto un campione nel sacco durante gli ultimi tre minuti di ciascuna modalità e viene poi analizzato e registrato.

3.6.5. *Campionamento del particolato*

Il campionamento del particolato può essere effettuato sia con il metodo a filtro singolo, sia con il metodo a filtri multipli (appendice 1, punto 1.5). Poiché i risultati dei metodi possono differire leggermente, insieme ai risultati deve essere dichiarato il metodo utilizzato.

Nel metodo a filtro singolo, si terrà conto dei fattori di ponderazione modali specificati nella procedura del ciclo di prova durante il campionamento, regolando in modo opportuno la portata del campione e/o il tempo di campionamento.

Il campionamento deve essere condotto il più tardi possibile in ciascuna modalità. Il tempo di campionamento per ogni modalità deve essere di almeno 20 secondi per il metodo a filtro singolo e di almeno 60 secondi per il metodo a filtri multipli. Per sistema senza possibilità di bypass, il tempo di campionamento per ogni modalità deve essere di almeno 60 secondi sia per il metodo a filtro singolo sia per quello a filtri multipli.

3.6.6. *Condizioni del motore*

In ciascuna modalità, il regime e il carico del motore, la temperatura dell'aria di aspirazione, la portata del carburante e la portata dell'aria o del gas di scarico devono essere misurati dopo la stabilizzazione del motore.

Se la misura della portata del gas di scarico o la misura del consumo di aria di combustione e di carburante non sono possibili, questi valori possono essere calcolati col metodo del bilancio di carbonio e ossigeno (vedi appendice 1, punto 1.2.3).

Qualsiasi dato ulteriore occorrente per il calcolo deve essere registrato (vedi appendice 3, punti 1.1 e 1.2).

3.7. **Controllo dell'analizzatore al termine della prova**

Dopo il controllo delle emissioni, l'analizzatore viene ricontrollato con un gas di azzeramento e lo stesso gas di calibrazione. La prova è considerata accettabile se la differenza tra i risultati delle due misurazioni è inferiore al 2 %.

▼B*Appendice 1***1. PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO**

I componenti gassosi e il particolato emessi dal motore sottoposto alla prova vengono misurati con i metodi descritti nell' ► **M2** allegato VI ◀. Questi metodi descrivono i sistemi analitici raccomandati per le emissioni gassose (punto 1.1) e i sistemi raccomandati di diluizione e campionamento del particolato (punto 1.2).

1.1. Specifiche del dinamometro

Usare un dinamometro per motori avente caratteristiche adeguate per svolgere il ciclo di prova descritto nell'allegato III, punto 3.6.1. La strumentazione per la misura della coppia e della velocità di rotazione permette di misurare la potenza all'albero entro i limiti dati. Possono essere necessari calcoli aggiuntivi.

La precisione dell'apparecchiatura di misurazione deve essere tale da non eccedere le tolleranze massime indicate nel punto 1.3.

1.2. Flusso del gas di scarico

Il flusso del gas di scarico viene determinato con uno dei metodi citati nei punti da 1.2.1 a 1.2.4.

1.2.1. Metodo di misura diretta

Misura diretta del flusso dei gas di scarico mediante boccaglio di misurazione o sistema di misurazione equivalente (per dettagli vedi ISO 5167).

Nota: La misura diretta del flusso gassoso è difficile. Prendere idonee precauzioni allo scopo di evitare errori di misura che influirebbero sugli errori dei valori di emissione.

1.2.2. Metodo di misurazione dell'aria e del carburante

Misura del flusso d'aria e del flusso di carburante.

Usare flussimetri per aria e flussimetri per carburante con la precisione definita al punto 1.3.

Il calcolo del flusso di gas di scarico è il seguente:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}}$$

(per la massa dello scarico umido)

o:

$$V_{\text{EXHD}} = V_{\text{AIRD}} - 0,766 \times G_{\text{FUEL}}$$

(per la massa dello scarico secco)

o:

$$V_{\text{EXHW}} = V_{\text{AIRW}} + 0,746 \times G_{\text{FUEL}}$$

(per il volume dello scarico umido)

1.2.3. Metodo del bilancio del carbonio

Calcolo della massa dei gas di scarico in base al consumo di carburante e alle concentrazioni dei gas di scarico con il metodo del bilancio del carbonio (vedi allegato III, appendice 3).

1.2.4. Flusso totale dei gas di scarico diluiti

Quanto si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, il flusso totale del gas di scarico diluito (G_{TOTW} , V_{TOTW}) deve essere misurato con un PDP o CFV — allegato V, punto 1.2.1.2. La precisione deve essere conforme alle disposizioni dell'allegato III, appendice 2, punto 2.2.

▼B

1.3. Precisione

La taratura di tutti gli strumenti di misura deve essere riconducibile a norme nazionali o internazionali ed essere conforme ai seguenti requisiti:

Numero	Voce	Deviazione ammissibile (all'incirca in base ai valori massimi dei motori)	Deviazione ammissibile (all'incirca in base a ISO 3046)	Intervalli di taratura (mesi)
1	Velocità rotazione motore	2 %	2 %	3
2	Coppia	2 %	2 %	3
3	Potenza	2 % ⁽¹⁾	3 %	non applicabile
4	Consumo di carburante	2 % ⁽¹⁾	3 %	6
5	Consumo specifico di carburante	non applicabile	3 %	non applicabile
6	Consumo d'aria	2 % ⁽¹⁾	5 %	6
7	Flusso dei gas di scarico	4 % ⁽¹⁾	non applicabile	6
8	Temperatura del refrigerante	2 K	2 K	3
9	Temperatura del lubrificante	2 K	2 K	3
10	Pressione dei gas di scarico	5 % del massimo	5 %	3
11	Depressioni al collettore di ammissione	5 % del massimo	5 %	3
12	Temperatura dei gas di scarico	15 K	15 K	3
13	Temperatura all'ingresso dell'aria (aria di combustione)	2 K	2 K	3
14	Pressione atmosferica	0,5 % del valore letto	0,5 %	3
15	Umidità (relativa) dell'aria di aspirazione	3 %	non applicabile	1
16	Temperatura del carburante	2 K	5 K	3
17	Temperatura della galleria di diluizione	1,5 K	non applicabile	3
18	Umidità dell'aria di diluizione	3 %	non applicabile	1
19	Flusso dei gas di scarico diluiti	2 % del valore letto	non applicabile	24 (flusso parziale) (flusso pieno) ⁽²⁾

⁽¹⁾ I calcoli delle emissioni allo scarico descritti nella presente direttiva sono in alcuni casi basati su differenti metodi di misura e/o calcolo. Date le limitate tolleranze totali per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico, i valori ammissibili per alcune voci, utilizzati nelle appropriate equazioni, devono essere inferiori alle tolleranze ammesse dalla norma ISO 3046-3.

▼B

(²) Sistemi a flusso pieno — La pompa volumetrica CVS o il tubo di Venturi a portata critica devono essere calibrati dopo l'installazione iniziale o dopo interventi di manutenzione importanti oppure quando indicato dalla verifica del sistema CVS descritta nell'allegato V.

1.4. Determinazione dei componenti gassosi

1.4.1. Specifiche generali degli analizzatori

Gli analizzatori devono avere un intervallo di misurazione appropriato alla precisione richiesta per misurare le concentrazioni dei componenti dei gas di scarico (punto 1.4.1.1). Si raccomanda di utilizzare gli analizzatori in modo tale che la concentrazione misurata sia compresa tra il 15 % e il 100 % del fondo scala.

Se il valore a fondo scala è di 155 ppm (o ppm C) o minore, oppure se si utilizzano sistemi di lettura (elaboratori, registratori dei dati di misurazione) che forniscono una sufficiente precisione e risoluzione al di sotto del 15 % del fondo scala, sono ammesse anche concentrazioni al di sotto del 15 % del fondo scala. In tal caso, si devono eseguire tarature aggiuntive per assicurare la precisione delle curve di taratura, vedi allegato III, appendice 2, punto 1.5.5.2.

Il livello di compatibilità elettromagnetica (CEM) dell'apparecchiatura deve permettere di minimizzare errori aggiuntivi.

1.4.1.1. Errori di misura

L'errore totale di misura, inclusa la sensibilità crociata con altri gas — vedi allegato III, appendice 2, paragrafo 1.9 — non deve superare il valore minore tra il ± 5 % del valore letto e il 3,5 % del fondo scala. Per concentrazioni minori di 100 ppm, l'errore di misura non deve essere superiore a ± 4 ppm.

1.4.1.2. Ripetibilità

La ripetibilità, definita come 2,5 volte la deviazione standard di dieci risposte ripetitive ad un dato gas di taratura o calibrazione, non deve essere maggiore del ± 1 % della concentrazione di fondo scala per ciascun intervallo utilizzato al di sopra di 155 ppm (o ppm C) o del ± 2 % di ciascun intervallo utilizzato al di sotto di 155 ppm (o ppm C).

1.4.1.3. Rumore

La risposta da picco a picco ai gas di azzeramento e di calibrazione su qualsiasi periodo di 10 secondi non deve superare il 2 % del fondo scala su tutti gli intervalli utilizzati.

1.4.1.4. Deriva dello zero

La deriva dello zero per un periodo di un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato. La risposta di zero è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di azzeramento su un intervallo di tempo di 30 secondi.

1.4.1.5. Deriva di calibrazione

La deriva di calibrazione per un periodo di un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato. L'intervallo di calibrazione è definito come la differenza tra la risposta di calibrazione e la risposta di zero. La risposta di calibrazione è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di calibrazione per un intervallo di tempo di 30 secondi.

1.4.2. Essiccazione del gas

Il dispositivo facoltativo di essiccazione del gas deve avere effetti trascurabili sulla concentrazione dei gas misurati. Gli essiccatori chimici non sono ammessi per rimuovere l'acqua dal campione.

1.4.3. Analizzatori

I punti da 1.4.3.1 a 1.4.3.5 della presente appendice descrivono i principi di misura da applicare. Una descrizione dettagliata dei sistemi di misurazione figura nell' ► **M2** allegato VI ◀.

I gas da misurare devono essere analizzati con gli strumenti seguenti. Per analizzatori non lineari, è ammesso l'uso di circuiti di linearizzazione.

▼B**1.4.3.1. Analisi dell'ossido di carbonio (CO)**

L'analizzatore dell'ossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.2. Analisi del biossido di carbonio (CO₂)

L'analizzatore del biossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.3. Analisi degli idrocarburi (HC)

L'analizzatore degli idrocarburi deve essere del tipo con rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) in cui il rivelatore, le valvole, le tubature, ecc. sono riscaldati in modo da mantenere il gas ad una temperatura di 463 K (190 °C) $\pm$ 10 K.

1.4.3.4. Analisi degli ossidi d'azoto (NO_x)

L'analizzatore degli ossidi d'azoto deve essere del tipo con rivelatore a chemiluminescenza (CLD) o con rivelatore a chemiluminescenza riscaldato (HCLD) con un convertitore NO₂/NO se la misura viene effettuata sul secco. Se la misura viene effettuata su umido, si deve usare un HCLD con convertitore mantenuto al di sopra di 333 K (60 °C), a condizione che il controllo dell'estinzione causata dall'acqua rientri nella norma (allegato III, appendice 2, punto 1.9.2.2).

1.4.4. Campionamento delle emissioni gassose

Le sonde di campionamento delle emissioni gassose devono essere disposte ad una distanza non inferiore al valore più elevato tra 0,5 m e il triplo del diametro del condotto di scarico a monte dell'uscita del sistema dei gas di scarico, se applicabile, e sufficientemente vicino al motore da assicurare una temperatura del gas di scarico di almeno 343 K (70 °C) in corrispondenza della sonda.

Nel caso di un motore multicilindrico con collettore di scarico ramificato, l'ingresso della sonda deve essere sufficientemente spostato verso valle da assicurare che il campione sia rappresentativo delle emissioni medie allo scarico di tutti i cilindri. In motori multicilindrici con gruppi di collettori distinti, come nel caso di un motore con configurazione a «V», è consentito acquisire un campione da ciascun gruppo e calcolare un'emissione media degli scarichi. Si possono utilizzare anche altri metodi che forniscano risultati correlati con i metodi suddetti. Per il calcolo delle emissioni allo scarico usare il flusso totale di massa allo scarico del motore.

Se la composizione del gas di scarico è influenzata da dispositivi di post-trattamento degli scarichi, il campione di gas di scarico deve essere prelevato a monte di tale dispositivo nelle prove per la fase I e a valle di tale dispositivo nelle prove per la fase II. Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno per la determinazione del particolato, le emissioni gassose possono essere determinate anche nel gas di scarico diluito. Le sonde di campionamento devono trovarsi in prossimità della sonda di campionamento del particolato nella galleria di diluizione (allegato V, punto 1.2.1.2, DT e punto 1.2.2, PSP). CO e CO₂ possono facoltativamente essere determinati mediante campionamento in un sacchetto e successiva misura della concentrazione nel sacchetto di campionamento.

1.5. Determinazione del particolato

La determinazione del particolato richiede un sistema di diluizione. La diluizione può essere realizzata mediante un sistema di diluizione a flusso parziale o un sistema di diluizione a flusso pieno. La portata del sistema di diluizione deve essere sufficiente ad eliminare completamente la condensazione d'acqua nei sistemi di diluizione e campionamento ed a mantenere la temperatura del gas di scarico diluito su un valore non superiore a 325 K (52 °C) immediatamente a monte dei portafiltri. Se l'umidità dell'aria è elevata, è ammessa la disumidificazione dell'aria di diluizione prima dell'ingresso nel sistema di diluizione. Si raccomanda di preriscaldare l'aria di diluizione al di sopra del limite di temperatura di 303 K (30 °C) se la temperatura ambiente è inferiore a 293 K (20 °C). Tuttavia, la temperatura dell'aria diluita non deve essere superiore a 325 K (52 °C) prima dell'introduzione degli scarichi nella galleria di diluizione.

Per un sistema di diluizione a flusso parziale, la sonda di campionamento del particolato deve essere sistemata in prossimità e a monte della sonda dei gas come definito al punto 4.4 e conformemente all'allegato V, punto 1.2.1.1, figure 4-12 EP e SP.

▼B

Il sistema di diluizione a flusso parziale deve essere progettato in modo da suddividere la corrente di gas di scarico in due frazioni, la più piccola delle quali viene diluita con aria e successivamente utilizzata per la misura del particolato. Ne consegue che il rapporto di diluizione deve essere determinato con estrema precisione. Si possono applicare vari metodi di divisione e il tipo di divisione usato determina in misura significativa i materiali e le procedure di campionamento da impiegare (allegato V, punto 1.2.1.1).

Per determinare la massa del particolato occorrono un sistema di campionamento del particolato, filtri di campionamento del particolato, una bilancia con precisione di un microgrammo e una camera di pesata a temperatura e umidità controllate.

Per il campionamento del particolato, si possono usare due metodi:

- *Il metodo del filtro unico* utilizza una coppia di filtri (vedi punto 1.5.1.3 di questa appendice) per tutte le modalità del ciclo di prova. Occorre dedicare una considerevole attenzione ai tempi e ai flussi di campionamento durante la fase di campionamento della prova. Tuttavia, occorre solo una coppia di filtri per il ciclo di prova.
- *Il metodo multifiltro* impone di usare una coppia di filtri (vedi punto 1.5.1.3 della presente appendice) per ciascuna delle singole modalità del ciclo di collaudo. Questo metodo permette di usare procedure di campionamento meno rigorose ma utilizza un numero di filtri maggiore.

1.5.1. Filtri di campionamento del particolato

1.5.1.1. Specifiche dei filtri

Per le prove di certificazione occorrono filtri di fibra di vetro ricoperta di fluorocarburi o filtri a membrana al fluorocarbonio. Per applicazioni speciali si possono utilizzare differenti materiali filtranti. Tutti i tipi di filtro devono avere una efficienza di raccolta del DOP (di-ottilftalato) da 0,3 µm almeno del 95 % ad una velocità frontale del gas compresa tra 35 e 80 cm/s. Quando si eseguono prove di correlazione tra laboratori o tra un costruttore e un'autorità di omologazione, si devono usare filtri di identica qualità.

1.5.1.2. Dimensioni dei filtri

I filtri del particolato devono avere un diametro minimo di 47 mm (37 mm di diametro della macchia). Sono ammessi filtri di diametro maggiore (punto 1.5.1.5).

1.5.1.3. Filtro principale e filtro di sicurezza

Il gas di scarico diluito deve essere raccolto mediante una coppia di filtri disposti in serie (un filtro principale e un filtro di sicurezza) durante la sequenza di prova. Il filtro di sicurezza deve essere disposto a non più di 100 mm a valle del filtro principale e non deve essere in contatto con esso. I filtri possono essere pesati separatamente o in coppia, con i filtri disposti lato macchiato contro lato macchiato.

1.5.1.4. Velocità ortogonale alla superficie del filtro

Si deve realizzare una velocità ortogonale alla superficie del filtro del gas attraverso il filtro da 35 a 80 cm/s. Fra l'inizio e la fine della prova la caduta di pressione non deve registrare un aumento superiore a 25 kPa.

1.5.1.5. Carico depositato sui filtri

Il carico minimo raccomandato depositato sui filtri deve essere di 0,5 mg/1 075 mm² di area della macchia per il metodo a filtro unico. Per i filtri delle dimensioni più comuni, i valori sono i seguenti:

Diametro del filtro (mm)	Diametro raccomandato della macchia (mm)	Carico minimo raccomandato (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

▼B

Per il metodo multifiltro, il carico minimo raccomandato sul filtro per la somma di tutti i filtri è il prodotto dell'appropriato valore sopra indicato per la radice quadrata del numero totale di modalità.

1.5.2. *Specifiche della camera di pesata e della bilancia analitica*

1.5.2.1. Condizioni della camera di pesata

La temperatura della camera (o locale) in cui vengono condizionati e pesati i filtri delle particelle deve essere mantenuta tra 295 K (22 °C) $\pm$ 3 K durante tutto il condizionamento e la pesata dei filtri. L'umidità deve essere mantenuta su un punto di rugiada di 282,5 K (9,5 °C) $\pm$ 3 K e una umidità relativa del 45 $\pm$ 8 %.

1.5.2.2. Pesata del filtro di riferimento

L'ambiente della camera (o locale) deve essere esente da qualsiasi contaminante ambientale (come la polvere) che possa depositarsi sui filtri del particolato durante la loro stabilizzazione. Sono ammessi disturbi delle specifiche relative alla camera di pesata indicata al punto 1.5.2.1 se la durata del disturbo non supera i 30 minuti. La camera di pesata deve essere conforme alle specifiche richieste prima che il personale entri nella camera di pesata. Entro 4 ore dalla pesata del filtro o della coppia di filtri campione, ma preferibilmente allo stesso momento, devono essere pesati almeno due filtri di riferimento o due coppie di filtri di riferimento non utilizzati. Questi filtri devono essere delle stesse dimensioni e materiale dei filtri del campione.

Se il peso medio dei filtri di riferimento o della coppia di filtri di riferimento varia di oltre il $\pm$ 5 % ($\pm$ 7,5 % per la coppia di filtri) rispetto al carico minimo raccomandato sul filtro (punto 1.5.1.5) tra le pesate del filtro campione, tutti i filtri campione devono essere scartati e le prove di emissione ripetute.

Se non sono soddisfatti i criteri di stabilità della camera di pesata indicati al punto 1.5.2.1, ma la pesata del filtro o della coppia di filtri di riferimento è conforme ai criteri sopraindicati, il costruttore del motore può accettare i pesi dei filtri campione o annullare le prove, riparare il sistema di controllo della camera di pesata e rieseguire la prova.

1.5.2.3. Bilancia analitica

La bilancia analitica utilizzata per determinare i pesi di tutti i filtri deve avere una precisione (deviazione standard) di 20 μ g e una risoluzione di 10 μ g (1 divisione della scala = 10 μ g). Per filtri di diametro inferiore ai 70 mm, la precisione e la risoluzione devono essere rispettivamente di 2 μ g e 1 μ g.

1.5.2.4. Eliminazione degli effetti dell'elettricità statica

Per eliminare gli effetti dell'elettricità statica, i filtri devono essere neutralizzati prima della pesata, per esempio mediante un neutralizzatore al polonio o un dispositivo con effetto simile.

1.5.3. *Specifiche supplementari per la misura del particolato*

Tutte le parti del sistema di diluizione e del sistema di campionamento compreso tra il condotto di scarico e il supporto dei filtri, che vengono a contatto con gas di scarico grezzi e diluiti, devono essere progettate in modo da minimizzare la deposizione o l'alterazione del particolato. Le parti devono essere fabbricate con materiali elettroconduttori che non reagiscano con i componenti dei gas di scarico e devono essere a massa per impedire effetti elettrostatici.

▼B*Appendice 2***1. TARATURA DEGLI STRUMENTI ANALITICI****1.1. Introduzione**

Ciascun analizzatore deve essere tarato con la frequenza necessaria per soddisfare i requisiti di precisione della presente norma. Il metodo di taratura da utilizzare è descritto in questo punto per gli analizzatori indicati nell'appendice 1, punto 1.4.3.

1.2. Gas di taratura

Rispettare la durata di inutilizzo di tutti i gas di taratura.

Registrare la data di scadenza dei gas di taratura dichiarata dal costruttore.

1.2.1. Gas puri

La purezza dei gas richiesta è definita dai limiti di contaminazione sottoindicati. Devono essere disponibili i seguenti gas:

- Azoto purificato
(Contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- Ossigeno purificato
(Purezza $> 99,5$ % vol O₂)
- Miscela idrogeno-elio
(40 ± 2 % idrogeno, rimanente elio)
(Contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm ►**M1** CO₂ ◄)
- Aria sintetica purificata
(Contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
(Contenuto di ossigeno 18-21 % vol)

1.2.2. Gas di taratura e di calibrazione

Devono essere disponibili miscele di gas aventi le seguenti composizione chimiche:

- C₃H₈ e aria sintetica purificata (vedi punto 1.2.1)
- CO e azoto purificato
- NO e azoto purificato (la quantità di NO₂ contenuta in questo gas di taratura non deve essere superiore al 5 % del contenuto di NO)
- O₂ e azoto purificato
- CO₂ e azoto purificato
- CH₄ e aria sintetica purificata
- C₂H₆ e aria sintetica purificata

Nota: Sono ammesse combinazioni di altri gas, purché i gas non reagiscano uno con l'altro.

La concentrazione effettiva dei gas di taratura e di calibrazione deve essere compresa entro il ± 2 % del valore nominale. Tutte le concentrazioni dei gas di taratura devono essere indicate su base volume (% in volume o ppm in volume).

I gas utilizzati per la taratura e per la calibrazione (taratura del valore massimo) possono essere ottenuti anche mediante un divisore di gas effettuando la diluizione con N₂ purificato o con aria sintetica purificata. La precisione del dispositivo di miscelazione deve essere tale che la concentrazione dei gas di taratura diluiti possa essere determinata con un errore non superiore al ± 2 %.

1.3. Procedura operativa per gli analizzatori e per il sistema di campionamento

La procedura operativa per gli analizzatori deve seguire le istruzioni di avviamento e esecuzione dell'analisi del costruttore dello strumento. Devono essere rispettati i requisiti minimi presentati nei punti da 1.4 a 1.9.

1.4. Prova di trafilamento

Eseguire una prova di trafilamento del sistema. La sonda deve essere disinserita dal sistema di scarico e l'estremità chiusa. Mettere in

▼B

funzione la pompa dell'analizzatore. Dopo un periodo iniziale di stabilizzazione, tutti i flussimetri devono indicare zero; in caso contrario, controllare le linee di campionamento e rimediare ai difetti. Il trafilemento massimo ammissibile sul lato in depressione è lo 0,5 % della portata di utilizzo per la porzione di sistema controllata. Si possono usare i flussi sull'analizzatore e sul bypass per stimare le portate di utilizzo.

Un altro metodo è l'introduzione di un cambiamento di concentrazione a gradino all'inizio della linea di campionamento passando dal gas di azzeramento a quello di calibrazione.

Se, dopo un adeguato periodo di tempo, il valore letto indica una concentrazione inferiore a quella introdotta, esistono problemi di taratura o di trafilemento.

1.5. Procedimento di taratura

1.5.1. Strumentazione

Gli strumenti montati devono essere tarati e le curve di taratura devono essere controllate rispetto a gas campione, impiegando le portate di gas utilizzate per il campionamento degli scarichi.

1.5.2. Tempo di riscaldamento

Seguire i tempi di riscaldamento raccomandati dal costruttore. Se non è specificato, si raccomanda un tempo di riscaldamento degli analizzatori di almeno due ore.

1.5.3. Analizzatori NDIR e HFID

Regolare l'analizzatore NDIR secondo quanto necessario e ottimizzare la combustione della fiamma dell'analizzatore HFID (punto 1.8.1).

1.5.4. Taratura

Tarare ciascun intervallo operativo normalmente usato.

Azzerare gli analizzatori di CO, CO₂, NO_x, HC e O₂ con aria sintetica (o azoto) purificati.

Introdurre negli analizzatori gli appropriati gas di taratura, registrare i valori e costruire le curve di taratura conformemente al punto 1.5.6.

Se necessario, ricontrollare la regolazione dello zero e ripetere la procedura di taratura.

1.5.5. Determinazione della curva di taratura

1.5.5.1. Orientamento generale

La curva di taratura dell'analizzatore viene determinata mediante almeno cinque punti di taratura oltre allo zero distribuiti nel modo più uniforme possibile. La concentrazione nominale massima deve essere uguale o maggiore al 90 % del fondo scala.

La curva di taratura viene calcolata mediante il metodo dei minimi quadrati. Se il grado della polinomiale risultante è maggiore di 3, il numero dei punti di taratura (incluso lo zero) non deve essere inferiore al grado di questa polinomiale aumentato di due.

La curva di taratura non deve differire di oltre il ± 2 % dal valore nominale di ciascun punto di taratura e di oltre il ± 1 % del fondo scala a zero.

Dalla curva di taratura e dai punti di taratura è possibile verificare se la taratura è stata eseguita correttamente. Devono essere indicati i differenti parametri caratteristici dell'analizzatore e in particolare:

- l'intervallo di misurazione,
- la sensibilità,
- la data di esecuzione della taratura.

1.5.5.2. Taratura al di sotto del 15 % del fondo scala

La curva di taratura dell'analizzatore viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, escluso lo zero, intervallati in modo tale che il 50 % dei punti di taratura sia al di sotto del 10 % del fondo scala.

La curva di taratura viene calcolata con il metodo dei minimi quadrati.

▼B

La curva di taratura non deve differire di oltre il ± 4 % dal valore nominale di ciascun punto di taratura né di oltre il ± 1 % del fondo scala a zero.

1.5.5.3. Metodi alternativi

Se è possibile dimostrare che una tecnica alternativa (per esempio elaboratore, commutatore di intervallo a comando elettronico, ecc.) può fornire una precisione equivalente, si possono utilizzare tali tecniche.

1.6. Verifica della taratura

Ciascun intervallo operativo normalmente utilizzato deve essere controllato prima di ogni analisi secondo la procedura seguente.

La taratura viene controllata utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione il cui valore nominale sia superiore all'80 % del fondo scala dell'intervallo di misurazione.

Se, per i due punti considerati, il valore trovato non differisce di oltre il ± 4 % del fondo scala dal valore di riferimento dichiarato, si possono modificare i parametri di aggiustamento. In caso contrario, determinare una nuova curva di taratura secondo il punto 1.5.4.

1.7. Prova di efficienza del convertitore di NO_x

L'efficienza del convertitore utilizzato per la conversione di NO₂ in NO viene controllata come indicato nei punti 1.7.1-1.7.8 (figura 1).

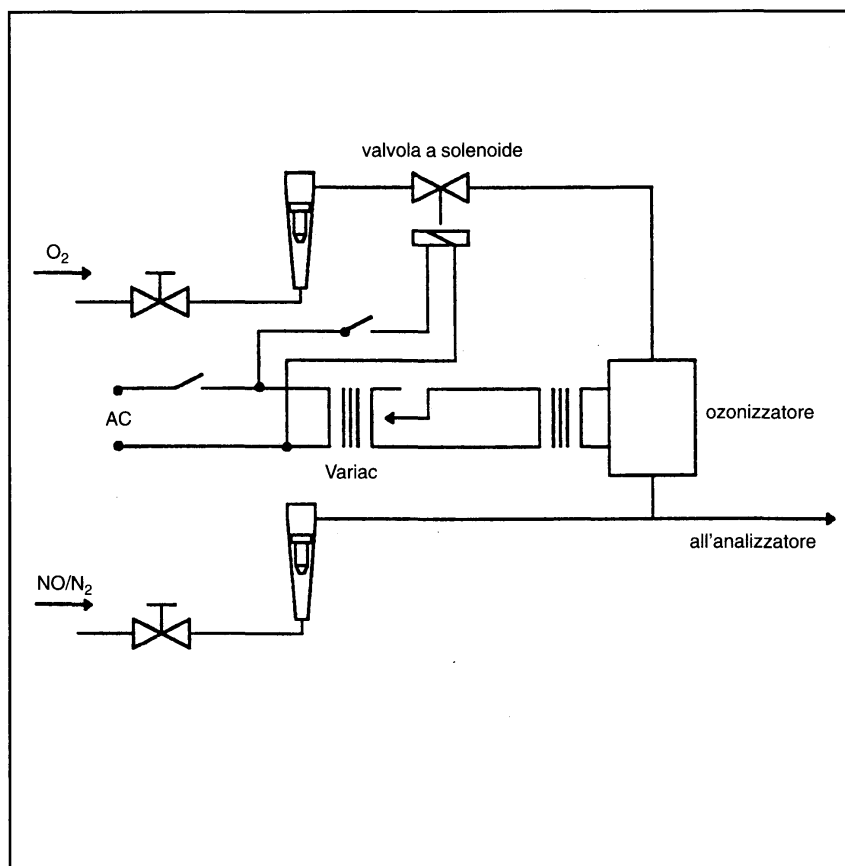
1.7.1. Impianto di prova

L'efficienza dei convertitori può essere controllata con un ozonizzatore in base all'impianto di prova presentato nella figura 1 (vedi inoltre appendice 1, punto 1.4.3.5) e al procedimento descritto qui di seguito.

▼B

Figura 1

Schema di dispositivo per la determinazione dell'efficienza del convertitore di NO₂



1.7.2. Taratura

CLD e HCLD devono essere tarati nell'intervallo di funzionamento più comune, secondo le specifiche del costruttore, utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione (il cui contenuto di NO deve essere circa l'80 % dell'intervallo operativo con una concentrazione di NO₂ della miscela di gas inferiore al 5 % della concentrazione di NO). L'analizzatore di NO_x deve essere regolato nella posizione NO, in modo che il gas di taratura non passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata.

1.7.3. Calcolo

L'efficienza del convertitore di NO_x viene calcolata come segue:

$$\text{Efficienza (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

- (a) concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.7.6;
- (b) concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.7.7;
- (c) concentrazione di NO conformemente al punto 1.7.4;
- (d) concentrazione di NO conformemente al punto 1.7.5.

1.7.4. Aggiunta di ossigeno

Attraverso un raccordo a T, aggiungere di continuo ossigeno o aria di azzeramento al flusso di gas fino a quando la concentrazione indicata risulti inferiore di circa il 20 % alla concentrazione di taratura indicata al punto 1.7.2. (Analizzatore in posizione NO)

Registrare la concentrazione indicata (c). Mantenere disattivato l'ozonizzatore durante tutto il processo.

▼B

1.7.5. *Attivazione dell'ozonizzatore*

Attivare quindi l'ozonizzatore per generare una quantità di ozono sufficiente a ridurre la concentrazione di NO a circa il 20 % (minimo 10 %) della concentrazione di taratura di cui al punto 1.7.2. Registrare la concentrazione indicata (d). (Analizzatore in posizione NO)

1.7.6. *Posizione NO_x*

Commutare quindi l'analizzatore sulla posizione NO_x in modo che la miscela gassosa (costituita da NO, NO₂, O₂ e N₂) passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (a). (Analizzatore in posizione NO_x)

1.7.7. *Disattivazione dell'ozonizzatore*

Disattivare quindi l'ozonizzatore. La miscela di gas descritta al punto 1.7.6 entra nel rivelatore passando attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (b). (Analizzatore in posizione NO_x)

1.7.8. *Posizione NO*

Dopo commutazione sulla posizione NO con l'ozonizzatore disattivato, chiudere anche il flusso di ossigeno o aria sintetica. Il valore di NO_x letto sull'analizzatore non deve superare di oltre il ± 5 % il valore specificato al punto 1.7.2. (Analizzatore in posizione NO)

1.7.9. *Intervallo di prova*

Verificare l'efficienza del convertitore prima di ciascuna taratura dell'analizzatore di NO_x.

1.7.10. *Efficienza*

L'efficienza del convertitore non deve essere inferiore al 90 %, ma è fortemente raccomandata un'efficienza maggiore del 95 %.

Nota: Se, con l'analizzatore nell'intervallo più comune, l'ozonizzatore non può fornire una riduzione dall'80 % al 20 % conformemente al punto 1.7.5, utilizzare l'intervallo massimo che consente tale riduzione.

1.8. **Regolazione del FID**1.8.1. *Ottimizzazione della risposta del regolatore*

Il rivelatore HFID deve essere messo a punto come specificato dal costruttore dello strumento. Come gas di calibrazione, utilizzare propano in aria per ottimizzare la risposta sull'intervallo operativo più comune.

Con le portate di carburante e di aria raccomandate dal costruttore, introdurre nell'analizzatore un gas di calibrazione contenente 350 ± 75 ppm C. Determinare la risposta ad una data portata di carburante in base alla differenza tra la risposta al gas di calibrazione e la risposta al gas di azzeramento. Il flusso del carburante deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore. Registrare le risposte di calibrazione e azzeramento a questi flussi di carburante. Riportare in grafico la differenza tra la risposta di calibrazione e la risposta di azzeramento e regolare il flusso di carburante sul lato ricco della curva.

1.8.2. *Fattori di risposta degli idrocarburi*

Tarare l'analizzatore utilizzando propano in aria e aria sintetica purificata conformemente al punto 1.5.

Quando un analizzatore viene messo in servizio e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, determinare i fattori di risposta. Il fattore di risposta (R_f) per una particolare specie idrocarburica è il rapporto tra il valore C1 letto sul FID e la concentrazione del gas nella bombola espressa in ppm di C1.

La concentrazione del gas di prova deve essere ad un livello tale da ottenere una risposta approssimativamente dell'80 % del fondo scala. La concentrazione deve essere nota con una precisione del ± 2 % riferita ad uno standard gravimetrico espresso in volume. Inoltre, la bombola del gas deve essere preconditionata per 24 ore ad una temperatura di 298 K (25°C) ± 5 K.

I gas di prova e gli intervalli raccomandati per i relativi fattori di risposta sono i seguenti:

— Metano e aria sintetica purificata: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

▼B

- Propilene e aria sintetica purificata: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- Toluene e aria sintetica purificata: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Questi valori sono relativi al fattore di risposta (R_f) di 1,00 per propano e aria sintetica purificata.

1.8.3. *Controllo dell'interferenza dell'ossigeno*

Quando si mette in servizio un analizzatore e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, controllare l'interferenza dell'ossigeno.

Il fattore di risposta è definito e deve essere determinato come descritto nel punto 1.8.2. Il gas di prova e l'intervallo raccomandato del fattore di risposta relativo sono i seguenti:

- Propano e azoto: $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Questo valore è relativo al fattore di risposta (R_f) di 1,00 per propano e aria sintetica purificata.

La concentrazione dell'ossigeno nell'aria del bruciatore FID deve essere uguale, entro un errore non superiore a ± 1 mole %, alla concentrazione dell'ossigeno nell'aria del bruciatore utilizzata nell'ultimo controllo dell'interferenza dell'ossigeno. Se la differenza è maggiore, controllare l'interferenza dell'ossigeno e regolare se necessario l'analizzatore.

1.9. **Effetti di interferenza con gli analizzatori NDIR e CLD**

Gas diversi da quello analizzato presenti nello scarico possono interferire in vari modi col valore letto. Si verifica un'interferenza positiva in strumenti NDIR quando il gas interferente fornisce, in minor misura, lo stesso effetto del gas misurato. Si verifica una interferenza negativa, negli strumenti NDIR, a causa di gas interferenti che ampliano la banda di assorbimento del gas misurato e, negli strumenti CLD, a causa di gas interferenti che estinguono la radiazione. Eseguire i controlli di interferenza descritti nei punti 1.9.1 e 1.9.2 prima dell'utilizzo iniziale dell'analizzatore e dopo intervalli di inutilizzo importanti.

1.9.1. *Controllo dell'interferenza sull'analizzatore di CO*

Acqua e CO_2 possono interferire con le prestazioni dell'analizzatore di CO. Pertanto, gorgogliare attraverso acqua a temperatura ambiente un gas di calibrazione della CO_2 avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo durante la prova e registrare la risposta dell'analizzatore. La risposta dell'analizzatore non deve essere superiore all'1 % del fondo scala per intervalli uguali o superiori a 300 ppm, e non deve essere superiore a 3 ppm per intervalli al di sotto delle 300 ppm.

1.9.2. *Controlli dell'attenuazione sull'analizzatore di NO_x*

I due gas che possono dare problemi sugli analizzatori CLD (e HCLD) sono CO_2 e vapore acqueo. Le risposte di estinzione di questi gas sono proporzionali alle loro concentrazioni e richiedono pertanto tecniche d'analisi per determinare l'estinzione alle più elevate concentrazioni prevedibili durante la prova.

1.9.2.1. *Prova dell'attenuazione da CO_2*

Far passare attraverso l'analizzatore NDIR un gas di calibrazione della CO_2 avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo e registrare come A il valore della CO_2 . Diluire poi approssimativamente al 50 % con gas di calibrazione di NO e farlo passare attraverso gli analizzatori NDIR e (H)CLD registrando come B e C rispettivamente i valori di CO_2 e NO. Chiudere poi la CO_2 e far passare solo il gas di calibrazione di NO attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO.

L'attenuazione viene calcolata come segue:

$$\% \text{ attenuazione } \text{CO}_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

e non deve essere maggiore del 3 % del fondo scala

In questa formula:

A: concentrazione CO_2 non diluita misurata con NDIR %

B: concentrazione CO_2 diluita misurata con NDIR %

▼B

C: concentrazione NO diluita misurata con CLD ppm

D: concentrazione NO non diluita misurata con CLD ppm

▼M1

1.9.2.2. Controllo dell'attenuazione causata dall'acqua

Questo controllo si applica solo alle misure della concentrazione nei gas umidi. Il calcolo dell'attenuazione provocata dall'acqua deve considerare la diluizione dei gas di calibrazione per l'NO con vapore acqueo e scalare la concentrazione di vapore acqueo nella miscela in proporzione a quella prevista durante l'esecuzione delle prove. Far passare un gas di calibrazione per l'NO avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala del normale intervallo operativo attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO. Fare gorgogliare poi il gas di calibrazione per l'NO attraverso acqua a temperatura ambiente e farlo passare attraverso l'analizzatore (H)CLD registrando come C il valore di NO. La temperatura dell'acqua deve essere determinata e registrata come F. Determinare e registrare come G la pressione di vapore di saturazione della miscela che corrisponde alla temperatura (F) dell'acqua nel gorgogliatore. Calcolare la concentrazione di vapore acqueo (in %) della miscela come segue:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

e registrarla come H. Calcolare la concentrazione attesa del gas di calibrazione per l'NO diluito (in vapore acqueo) come segue:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

e registrarla come De. Per lo scarico di motori diesel, stimare la concentrazione massima del vapore acqueo nello scarico (in %) attesa durante le prove, assumendo un rapporto degli atomi H/C del combustibile 1,8 a 1, dalla concentrazione massima di CO₂ nei gas di scarico, o dalla concentrazione del gas di calibrazione per la CO₂ non diluito (A, misurata al punto 1.9.2.1) come segue:

$$Hm = 0,9 \times A$$

e registrarla come Hm.

L'attenuazione provocata dall'acqua deve essere calcolata come segue:

$$\% \text{ attenuazione } H_2O = 100 \times \left(\frac{De - C}{De} \right) \times \left(\frac{Hm}{H} \right)$$

e non deve essere superiore al 3 % del fondo scala.

De: concentrazione attesa NO diluito (ppm)

C: concentrazione NO diluito (ppm)

Hm: concentrazione massima vapore acqueo (%)

H: concentrazione effettiva vapore acqueo (%)

NB: per questa prova è importante che il gas di calibrazione per l'NO contenga una concentrazione minima di NO₂, perché nei calcoli dell'attenuazione non si è tenuto conto dell'assorbimento di NO₂ in acqua.

▼B

1.10. Intervalli di taratura

Tarare gli analizzatori conformemente al punto 1.5 almeno una volta ogni tre mesi o tutte le volte che vengono effettuate riparazioni o modifiche al sistema che possano influire sulla taratura.

2. TARATURA DEL SISTEMA PER LA DETERMINAZIONE DEL PARTICOLATO

2.1. Introduzione

Tarare ciascun componente con la frequenza necessaria per rispettare i requisiti di precisione di questa norma. Il metodo di taratura da usare è

▼B

descritto in questo punto per i componenti indicati nell'allegato III, appendice 1, punto 1.5 e nell'allegato V.

2.2. Misura della portata

La taratura dei flussimetri per gas o della strumentazione per la misura dei flussi deve essere riconducibile a norme nazionali e/o internazionali.

L'errore massimo del valore misurato non deve eccedere il ± 2 % del valore letto.

Se il flusso di gas viene determinato mediante misura differenziale di flusso, l'errore massimo della differenza deve essere tale che la precisione di G_{EDF} sia compresa entro il ± 4 % (vedi anche allegato V, punto 1.2.1.1 EGA). Questo valore può essere calcolato dalla radice quadrata dell'errore quadratico medio di ciascuno strumento.

2.3. Controllo del rapporto di diluizione

Quando si utilizzano sistemi di campionamento delle particelle senza EGA (allegato V, punto 1.2.1.1), il rapporto di diluizione deve essere controllato ogni volta che si installa un nuovo motore col motore in moto e utilizzando le misure di concentrazione di CO_2 o NO_x nello scarico tal quale e diluito.

Il rapporto di diluizione misurato deve rientrare nei limiti di ± 10 % del rapporto di diluizione calcolato dalla misura della concentrazione di CO_2 o NO_x .

2.4. Controllo delle condizioni di flusso parziale

L'intervallo delle velocità del gas di scarico e delle oscillazioni della pressione deve essere controllato e regolato secondo i requisiti dell'allegato V, punto 1.2.1.1, EP, se applicabile.

2.5. Intervalli di taratura

La strumentazione di misura del flusso deve essere tarata almeno ogni tre mesi o tutte le volte che si effettua un cambiamento del sistema che possa influenzare la taratura.

▼B

Appendice 3

1. VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI

1.1. Valutazione dei dati relativi alle emissioni gassose

Per la valutazione delle emissioni gassose, calcolare la media degli ultimi 60 secondi di ciascuna modalità di funzionamento e determinare le concentrazioni (conc) medie di HC, CO, NO_x e CO₂ (se si utilizza il metodo del bilancio del carbonio) per ciascuna modalità in base alla media dei valori registrati e ai corrispondenti dati di taratura. È ammesso un differente tipo di registrazione, purché assicuri un'acquisizione equivalente dei dati.

Le concentrazioni medie di fondo (conc_d) possono essere determinate in base ai valori ottenuti per l'aria di diluizione col metodo del sacco o ai valori di fondo ottenuti in modo continuo (senza sacco) e dai corrispondenti dati di taratura.

1.2. Emissioni di particolato

Per la valutazione del particolato, registrare le masse (M_{SAM,i}) o i volumi (V_{SAM,i}) totali del campione passati attraverso i filtri per ciascuna modalità.

Riportare i filtri nella camera di pesata e condizionarli per almeno un'ora e non oltre 80 ore, prima di pesarli. Registrare il peso lordo dei filtri e sottrarre la tara (vedi allegato III, punto 3.1). La massa del particolato (M_f per il metodo a filtro singolo; M_{fi} per il metodo a filtri multipli) è la somma delle massa del particolato raccolte sui filtri principale e di sicurezza.

Se si deve applicare la correzione del fondo, registrare la massa (M_{DIL}) o il volume (V_{DIL}) dell'aria di diluizione passata attraverso i filtri e la massa (M_d) del particolato. Se è stata effettuata più di una misura, calcolare la media dei valori del quoziente M_d/M_{DIL} o M_d/V_{DIL} ottenuto per ciascuna misurazione.

1.3. Calcolo delle emissioni gassose

I risultati finali della prova registrati risultano dai seguenti calcoli.

1.3.1. Determinazione del flusso di gas di scarico

La portata del gas di scarico (G_{EXHW}, V_{EXHW} o V_{EXHD}) deve essere determinata per ciascuna modalità conformemente all'allegato III, appendice 1, punti 1.2.1-1.2.3.

Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, determinare la portata totale del gas di scarico diluito (G_{TOTW}, V_{TOTW}) per ciascuna modalità conformemente all'allegato III, appendice 1, punto 1.2.4.

1.3.2. Correzione secco/umido

Quando si applica G_{EXHW}, V_{EXHW}, G_{TOTW} o V_{TOTW}, convertire la concentrazione misurata nel valore su umido secondo le formule seguenti, salvo che sia già stata misurata su umido:

$$\text{conc (umido)} = k_w \times \text{conc (secco)}$$

Per il gas di scarico grezzo:

$$k_{w,r,1} = \left(1 - F_{FH} \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - k_{w2}$$

o:

$$k_{w,r,2} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]})} \right) - k_{w2}$$

Per il gas di scarico diluito:

$$k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% \text{ (umido)}}{200} \right) - k_{w1}$$

▼B

o:

$$k_{w,e,2} = \left(\frac{1 - k_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times \text{CO}_2\% \text{ (secco)}}{200}} \right)$$

F_{FH} può essere calcolato mediante:

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

Per l'aria di diluizione:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{P_B - P_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Per l'aria di alimentazione (se è differente dall'aria di diluizione):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

in cui:

H_a: umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria seccaH_d: umidità assoluta dell'aria di diluizione, g d'acqua per kg di aria seccaR_d: umidità relativa dell'aria di diluizione %,R_a: umidità relativa dell'aria di aspirazione %,P_d: pressione di vapore di saturazione dell'aria di diluizione, kPaP_a: pressione di vapore di saturazione dell'aria di aspirazione, kPaP_B: pressione barometrica totale, kPa.1.3.3. *Correzione dell'umidità per NO_x*

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere corretta per tener conto della temperatura e dell'umidità dell'aria ambiente mediante i fattori K_H forniti dalla formula seguente:

$$K_H = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10,71) + B \times (T_a - 298)}$$

in cui:

A: 0,309 G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266B: - 0,209 G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954

T: temperatura dell'aria in K

$$\frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} = \text{rapporto combustibile aria (su base aria secca)}$$

▼B

H_a : umidità dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg d'aria secca:

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a : umidità relativa dell'aria di aspirazione, %

P_a : pressione di vapore di saturazione dell'aria di aspirazione, kPa

P_B : pressione barometrica totale, kPa

1.3.4. Calcolo della portata massica di emissione

La portata massica di emissione si calcola come segue:

a) Per il gas di scarico grezzo ⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$$

o:

$$Gas_{mass} = v \times conc \times V_{EXHD}$$

o:

$$Gas_{mass} = w \times conc \times V_{EXHW}$$

b) Per il gas di scarico diluito ⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

o:

$$Gas_{mass} = w \times conc_c \times V_{TOTW}$$

dove:

$conc_c$ è la concentrazione di fondo corretta

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

$$DF = 13,4 / (concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4})$$

o:

$$DF = 13,4 / concCO_2$$

Usare i coefficienti u — umido, v — secco, w — umido della seguente tabella:

Gas	u	v	w	conc
NO _x	0,001587	0,002053	0,002053	ppm
CO	0,000966	0,00125	0,00125	ppm
HC	0,000479	—	0,000619	ppm
CO ₂	15,19	19,64	19,64	per cento

⁽¹⁾ Nel caso di NO_x, la concentrazione di NO_x (NO_xconc o NO_xconc_c) deve essere moltiplicata per K_{HNOX} (fattore di correzione dell'umidità per NO_x citato nel precedente punto 1.3.3) come segue:

$$K_{HNOX} \times conc \text{ o } K_{HNOX} \times conc_c$$

▼ B

La densità di HC è basata su un rapporto medio carbonio su idrogeno pari a 1/1,85.

1.3.5. *Calcolo delle emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

dove

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

I fattori di ponderazione e il numero di modalità (n) utilizzati nel calcolo suddetto sono descritti nell'allegato III, punto 3.6.1.

1.4. **Calcolo dell'emissione di particolato**

L'emissione di particolato si calcola nel modo seguente.

1.4.1. *Fattore di correzione dell'umidità per il particolato*

Poiché l'emissione di particolato dei motori diesel dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la portata massica del particolato deve essere corretta per tener conto dell'umidità dell'aria secondo il fattore K_p dato dalla formula seguente:

$$K_p = 1/(1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

H_a = umidità dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a = umidità relativa dell'aria di aspirazione %

P_a = pressione di vapore di saturazione dell'aria di aspirazione kPa

P_B = pressione barometrica totale kPa

1.4.2. *Sistema di diluizione a flusso parziale*

I risultati finali della prova relativa alle emissioni di particolato risultano dai seguenti calcoli. Poiché si possono utilizzare vari tipi di controllo del grado di diluizione, si seguono differenti metodi di calcolo per la portata massica del gas di scarico diluito equivalente G_{EDF} o per la portata volumetrica di gas di scarico diluito equivalente V_{EDF} . Tutti i calcoli devono essere basati sui valori medi delle singole modalità (i) durante il periodo di campionamento.

1.4.2.1. *Sistemi isocinetici*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

o:

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

o:

$$q_i = \frac{V_{DILW,i} + (V_{EXHW,i} \times r)}{(V_{EXHW,i} \times r)}$$

▼B

dove r rappresenta il rapporto tra le sezioni trasversali della sonda isocinetica A_p e del condotto di scarico A_T :

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

1.4.2.2. Sistemi con misura della concentrazione di CO_2 o NO_x

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

o:

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{\text{Conc}_{E,i} - \text{Conc}_{A,i}}{\text{Conc}_{D,i} - \text{Conc}_{A,i}}$$

dove:

Conc_E = concentrazione su umido del gas tracciante nello scarico grezzo

Conc_D = concentrazione su umido del gas tracciante sullo scarico diluito

Conc_A = concentrazione su umido del gas tracciante nell'aria di diluizione

Convertire in concentrazioni misurate su umido le concentrazioni misurate su secco conformemente al punto 1.3.2 della presente appendice.

1.4.2.3. Sistemi con misura di CO_2 e metodo del bilancio del carbonio

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

dove:

CO_{2D} = concentrazione di CO_2 nello scarico diluito

CO_{2A} = concentrazione di CO_2 nell'aria di diluizione

(concentrazioni in % in volume su umido)

Questa equazione è basata sull'assunzione del bilancio del carbonio (gli atomi di carbonio forniti al motore vengono emessi come CO_2) e viene derivata attraverso i passaggi seguenti:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

e:

$$q_i = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

1.4.2.4. Sistemi con misura del flusso

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

1.4.3. Sistema di diluizione a flusso pieno

I risultati finali della prova relativa all'emissione di particolato risultano dai seguenti calcoli.

Tutti i calcoli devono essere basati sui valori medi delle singole modalità (i) durante il periodo di campionamento.

▼B

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

o:

$$V_{EDFW,i} = V_{TOTW,i}$$

1.4.4. *Calcolo della portata massica del particolato*

Calcolare la portata massica del particolato come segue.

Per il metodo a filtro singolo:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

o:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{V_{SAM}} \times \frac{(V_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

dove:

$(G_{EDFW})_{aver}$, $(V_{EDFW})_{aver}$, $(M_{SAM})_{aver}$, $(V_{SAM})_{aver}$ lungo il ciclo di prova vengono determinati per sommatoria dei valori medi delle singole modalità durante il periodo di campionamento:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$(V_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n V_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM,i}$$

$$V_{SAM} = \sum_{i=1}^n V_{SAM,i}$$

dove $i = 1, \dots, n$.

Per il metodo a filtri multipli:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})}{1\,000}$$

o:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{V_{SAM,i}} \times \frac{(V_{EDFW,i})}{1\,000}$$

dove $i = 1, \dots, n$.

La portata massica del particolato può essere corretta per tener conto del fondo come segue.

▼B

Per il metodo a filtro singolo:

▼M1

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{\overline{G_{\text{EDFW}}}}{1\,000}$$

▼B

Se si effettua più di una misura, sostituire (M_d/M_{DIL}) o (M_d/V_{DIL}) rispettivamente con $(M_d/M_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$ o $(M_d/V_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$.

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

o:

$$DF = 13,4/\text{concCO}_2$$

Per il metodo multifiltro:

$$PT_{\text{mass},i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{\text{SAM},i}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{G_{\text{EDFW},i}}{1\,000} \right]$$

o:

$$PT_{\text{mass},i} = \left[\frac{M_{f,i}}{V_{\text{SAM},i}} - \left(\frac{M_d}{V_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{V_{\text{EDFW},i}}{1\,000} \right]$$

Se si effettua più di una misura, sostituire (M_d/M_{DIL}) o (M_d/V_{DIL}) rispettivamente con $(M_d/M_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$ o $(M_d/V_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$.

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

o:

$$DF = 13,4/\text{concCO}_2$$

1.4.5. Calcolo delle emissioni specifiche

Le emissioni specifiche di particolato PT (g/kWh) si calcolano nella maniera seguente ⁽¹⁾.

Per il metodo a filtro singolo:

$$PT = \frac{PT_{\text{mass}}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Per il metodo multifiltro:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{\text{mass},i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

⁽¹⁾ La portata massica del particolato PT_{mass} deve essere moltiplicata per K_p (fattore di correzione dell'umidità per il particolato citato al punto 1.4.1).

▼B

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

1.4.6. *Fattore di ponderazione efficace*

Per il metodo a filtro singolo, calcolare il fattore di ponderazione efficace $WF_{E,i}$ per ciascuna modalità nel modo seguente:

$$W_{FE,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

o:

$$W_{FE,i} = \frac{V_{SAM,i} \times (V_{EDFW})_{aver}}{V_{SAM} \times (V_{EDFW,i})}$$

in cui $i = 1, \dots, n$.

I valori dei fattori di ponderazione efficaci devono coincidere, con un'approssimazione di $\pm 0,005$ (valore assoluto), con i fattori di ponderazione elencati nell'allegato III, punto 3.6.1.

▼ **M2***ALLEGATO IV***PROCEDIMENTO DI PROVA PER I MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA****1. INTRODUZIONE**

- 1.1. Il presente allegato descrive il metodo per la determinazione delle emissioni di inquinanti gassosi prodotte dai motori sottoposti a prova.
- 1.2. La prova viene eseguita con il motore montato su banco di prova e collegato ad un dinamometro.

2. CONDIZIONI DI PROVA**2.1. Condizioni di prova del motore**

Misurare la temperatura assoluta T_a dell'aria di alimentazione del motore espressa in Kelvin, e la pressione atmosferica riferita al secco p_s espressa in kPa; determinare il parametro f_a come segue:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

2.1.1. Validità della prova

Perché una prova sia riconosciuta valida, il parametro f_a deve soddisfare la relazione:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. Motori con raffreddamento dell'aria di sovralimentazione

Registrare la temperatura del fluido di raffreddamento e la temperatura dell'aria di alimentazione.

2.2. Sistema di aspirazione aria del motore

Il motore di prova deve essere munito di un sistema di aspirazione dell'aria che presenti una restrizione dell'aspirazione entro il 10 % del limite superiore specificato dal costruttore per un nuovo depuratore dell'aria alle condizioni di funzionamento del motore, specificate dal costruttore, che determinano il massimo flusso d'aria per la rispettiva applicazione del motore.

Per i piccoli motori ad accensione comandata (con cilindrata < 1 000 cm³) deve essere utilizzato un sistema rappresentativo del motore installato.

2.3. Sistema di scarico del motore

Il motore sottoposto alla prova deve essere munito di un sistema di scarico che presenti una contropressione allo scarico entro il 10 % del limite superiore specificato dal costruttore per le condizioni di funzionamento del motore che producono la potenza massima dichiarata nella rispettiva applicazione del motore.

Per i piccoli motori ad accensione comandata (con cilindrata < 1 000 cm³) deve essere utilizzato un sistema rappresentativo del motore installato.

2.4. Sistema di raffreddamento

Utilizzare un sistema di raffreddamento del motore avente una capacità sufficiente per mantenere il motore alle temperature di funzionamento normali prescritte dal costruttore. Questa disposizione si applica alle unità che devono essere separate per misurare la potenza, quali un soffiante dove il ventilatore (di raffreddamento) del soffiante deve essere smontato per avere accesso all'albero a gomiti.

2.5. Olio lubrificante

Utilizzare un olio lubrificante che soddisfi le specifiche indicate dal costruttore per un motore particolare e per un uso specifico. I costruttori

▼ M2

devono utilizzare lubrificanti rappresentativi dei lubrificanti per motori disponibili in commercio.

Le specifiche dell'olio lubrificante utilizzato per la prova devono essere registrate al punto 1.2 dell'allegato VII, appendice 2 per i motori ad accensione comandata ed essere presentate con i risultati della prova.

2.6. Carburatori regolabili

Per i motori muniti di carburatori a regolazione limitata, la prova deve essere eseguita ad entrambe le estremità regolabili.

2.7. Carburante di prova

Il carburante è quello di riferimento definito nell'allegato V.

Il numero di ottani e la densità del carburante di riferimento utilizzato per la prova devono essere registrati al punto 1.1.1 dell'allegato VII, appendice 2, per i motori ad accensione comandata.

Per i motori a due tempi il rapporto della miscela carburante/olio deve essere quello raccomandato dal costruttore. La percentuale di olio contenuta nella miscela di carburante/lubrificante che alimenta i motori a due tempi e la densità del carburante che ne deriva devono essere registrate al punto 1.1.4 dell'allegato VII, appendice 2, per i motori ad accensione comandata.

2.8. Determinazione delle regolazioni al dinamometro

La base considerata per la misurazione delle emissioni è la forza frenante non corretta. Per lo svolgimento della prova è necessario eliminare eventuali dispositivi ausiliari che risultano necessari solo per il funzionamento della macchina e che possono essere montati sul motore. Se tali dispositivi ausiliari non vengono smontati, è necessario calcolare la potenza che assorbono per poter determinare le regolazioni del dinamometro; sono esclusi i motori nei quali i dispositivi ausiliari costituiscono parte integrante del motore (ad esempio i ventilatori di raffreddamento dei motori raffreddati ad aria).

Le regolazioni della restrizione sull'immissione e della contropressione sul condotto di scarico devono corrispondere, per i motori nei quali è possibile procedere a tale regolazione, ai limiti superiori specificati dal costruttore, conformemente ai punti 2.2 e 2.3. I valori della coppia massima ai regimi di prova specificati vengono determinati sperimentalmente allo scopo di calcolare i valori della coppia per le modalità di prova specificate. Per motori che non sono progettati per funzionare su più regimi lungo la curva di coppia a pieno carico, la coppia massima ai regimi di prova deve essere dichiarata dal costruttore. La regolazione del motore per ciascuna modalità di prova viene calcolata mediante la formula:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

dove:

S è la regolazione del dinamometro [kW]

P_M è la potenza massima osservata o dichiarata al regime di prova nelle condizioni di prova (cfr. allegato VII, appendice 2) [kW]

P_{AE} è la potenza totale dichiarata assorbita dagli eventuali dispositivi ausiliari installati per la prova [kW] e non prescritti ai sensi dell'allegato VII, appendice 3

L è la coppia in percentuale specificata per la modalità di prova.

Se il rapporto

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

il valore di P_{AE} può essere verificato dall'autorità tecnica che concede l'omologazione.

3. ESECUZIONE DELLA PROVA**3.1. Installazione dell'apparecchiatura di misurazione**

La strumentazione e le sonde di campionamento devono essere installate come prescritto. Quando si utilizza un sistema di diluizione a

▼M2

flusso pieno per la diluizione dei gas di scarico, il condotto di scarico deve essere collegato al sistema.

3.2. Avviamento del sistema di diluizione e del motore

Il sistema di diluizione e il motore vengono avviati e riscaldati fino alla stabilizzazione della temperatura e della pressione a pieno carico e al regime nominale (punto 3.5.2).

3.3. Regolazione del rapporto di diluizione

Il rapporto totale di diluizione non deve essere inferiore a quattro.

Per sistemi controllati dalla concentrazione di CO₂ o NO_x il contenuto di CO₂ o NO_x dell'aria di diluizione deve essere misurato all'inizio e al termine di ciascuna prova. Le misure della concentrazione di fondo di CO₂ o NO_x prima e dopo la prova sull'aria di diluizione, non devono variare tra di loro di oltre 100 ppm o 5 ppm rispettivamente.

Quando si utilizza un sistema di analisi dei gas di scarico diluiti, le concentrazioni di fondo pertinenti vengono determinate campionando l'aria di diluizione in un sacco di campionamento durante l'intera sequenza di prova.

Una concentrazione di fondo continua (determinata senza l'uso del sacco) può essere rilevata in almeno tre punti, all'inizio, al termine e in un punto prossimo alla metà del ciclo, determinando poi la media dei valori. A richiesta del costruttore, si può omettere la misurazione dei valori di fondo.

3.4. Controllo degli analizzatori

Gli analizzatori delle emissioni devono essere azzerati e calibrati.

3.5. Ciclo di prova**3.5.1. Specifica delle macchine conformemente all'allegato I, punto 1, iii).**

Il motore sottoposto alla prova viene fatto funzionare al dinamometro conformemente ai seguenti cicli di prova, in base al tipo di macchina:

ciclo D⁽¹⁾: motori a velocità costante e a carico intermittente come i gruppi elettrogeni;

ciclo G1: applicazioni per macchine non portatili a regime intermedio;

ciclo G2: applicazioni per macchine non portatili a regime nominale;

ciclo G3: applicazioni per macchine portatili.

3.5.1.1. Modalità di prova e fattori di ponderazione

ciclo D											
Numero modalità	1	2	3	4	5						
Regime del motore	Regime nominale					Intermedio					Minimo
Carico ⁽¹⁾ %	100	75	50	25	10						
Fattore di ponderazione	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

ciclo G1											
Numero modalità						1	2	3	4	5	6
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %						100	75	50	25	10	0

⁽¹⁾ Identico al ciclo D2 della norma ISO 8168-4: 1996 (E).

▼ M2

ciclo G1											
Numero modalità						1	2	3	4	5	6
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Fattore di ponderazione						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

ciclo G2											
Numero modalità	1	2	3	4	5						6
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %	100	75	50	25	10						0
Fattore di ponderazione	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

ciclo G3											
Numero modalità	1										2
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %	100										0
Fattore di ponderazione	0,8-5 (*)										0,15 (*)

(¹) Le cifre relative al carico sono espresse in percentuale della coppia corrispondente alla potenza di servizio di base, definita come la potenza massima disponibile durante una sequenza di potenza variabile, la cui durata può corrispondere a un numero illimitato di ore annue, tra gli intervalli di manutenzione dichiarati e alle condizioni ambiente dichiarate; la manutenzione è effettuata secondo le disposizioni del costruttore. Per una migliore spiegazione della definizione di potenza di servizio di base cfr. la figura 2 della norma ISO 8528-1: 1993 (E).

(*) Per la fase I è consentito utilizzare un valore pari a 0,90 e a 0,10 invece di, rispettivamente, 0,85 e 0,15.

3.5.1.2. Scelta del ciclo di prova più adatto

Se l'utilizzo finale principale di un modello di motore è noto, il ciclo di prova può essere scelto sulla base degli esempi indicati al punto 3.5.1.3. Se invece l'utilizzo finale principale di un motore è incerto, il ciclo di prova deve essere scelto in base alle specifiche del motore.

3.5.1.3. Esempi (l'elenco non è limitativo)

Esempi tipici per:

Ciclo D:

gruppi elettrogeni con carico intermittente, compresi i gruppi installati a bordo di navi e di treni (ma non adibiti alla propulsione), refrigeratori, saldatrici;

compressori a gas.

Ciclo G1:

falciatrici a trazione anteriore o posteriore;

golf cart;

spazzatrici;

tosaerba rotativi o a cilindro condotti a mano;

spazzaneve;

tritarifiuti.

▼ **M2**

Ciclo G2:

generatori, pompe, saldatrici e compressori ad aria portatili;

sotto questa voce possono rientrare anche le falciatrici e le attrezzature da giardino che funzionano al regime nominale del motore.

Ciclo G3

soffianti;

motoseghe;

tagliasiepe;

seghe meccaniche portatili per legno;

motozappe rotative;

spruzzatori;

decespugliatore a filo;

apparecchiature a depressione.

3.5.2. *Condizionamento del motore*

Il riscaldamento del motore e del sistema deve essere effettuato al regime massimo e alla coppia massima allo scopo di stabilizzare i parametri del motore secondo le raccomandazioni del costruttore.

Nota: il periodo di condizionamento serve anche ad eliminare l'influenza dei depositi lasciati nel sistema di scarico da una precedente prova. È richiesto anche un certo periodo di stabilizzazione tra i vari punti di prova, allo scopo di minimizzare le influenze di un punto sull'altro.

3.5.3. *Sequenza di prova*

I cicli di prova G1, G2 o G3 vengono eseguiti in ordine crescente di numero delle modalità del ciclo interessato. Il tempo minimo di campionamento è pari a 180 s. I valori della concentrazione delle emissioni allo scarico vengono misurati e registrati durante gli ultimi 120 s del rispettivo tempo di campionamento. Per ciascun punto di misurazione la durata della modalità deve essere sufficiente a garantire il raggiungimento della stabilità termica del motore prima dell'inizio del campionamento. La durata della modalità deve essere registrata.

- a) Per i motori sottoposti a prova secondo la configurazione di prova del controllo del regime al dinamometro: Durante ciascuna modalità del ciclo di prova, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 1 % del regime nominale o $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, salvo per la marcia al minimo per la quale valgono i limiti di tolleranza dichiarati dal costruttore. La coppia specificata deve essere mantenuta in modo che, durante il periodo nel quale vengono effettuate le misure, la media sia compresa tra ± 2 % della coppia massima al regime di prova.
- b) Per i motori sottoposti a prova secondo la configurazione di prova del controllo del carico al dinamometro: Durante ciascuna modalità del ciclo di prova, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 2 % del regime nominale o $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, e comunque entro ± 5 %, salvo per la marcia al minimo per la quale valgono i limiti di tolleranza dichiarati dal costruttore.

Durante ciascuna modalità del ciclo di prova che prevede una coppia minima del 50 % della coppia massima al regime di prova, durante il periodo in cui vengono raccolti i dati la coppia media specificata deve essere mantenuta entro il limite di ± 5 % della coppia prescritta. Nelle modalità del ciclo di prova che prevedono una coppia massima inferiore al 50 % della coppia al regime di prova, durante il periodo in cui vengono raccolti i dati la coppia media specificata deve essere mantenuta entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 10 % della coppia prescritta o $\pm 0,5 \text{ Nm}$.

3.5.4. *Risposta dell'analizzatore*

I dati forniti dall'analizzatore vengono registrati su un registratore scrivente o misurati con un sistema equivalente mentre il gas di scarico defluisce attraverso gli analizzatori almeno durante gli ultimi 180 s di ciascuna modalità. Se si applica il campionamento a sacco per la misura di CO e CO₂ diluiti (cfr. appendice 1, punto 1.4.4), viene raccolto un campione nel sacco durante gli ultimi 180 s di ciascuna modalità e successivamente analizzato e registrato.

▼ M2**3.5.5. Condizioni del motore**

In ciascuna modalità, il regime e il carico del motore, la temperatura dell'aria di aspirazione e il flusso del carburante devono essere misurati dopo la stabilizzazione del motore. Qualsiasi dato ulteriore occorrente per il calcolo deve essere registrato (cfr. appendice 3, punti 1.1 e 1.2).

3.6. Controllo dell'analizzatore al termine della prova

Dopo il controllo delle emissioni, l'analizzatore viene ricontrollato con un gas di azzeramento e lo stesso gas di calibrazione. La prova è considerata accettabile se la differenza tra i risultati delle due misurazioni è inferiore al 2 %.

▼ **M2***Appendice 1***1. PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO**

I componenti gassosi emessi dal motore sottoposto alla prova vengono misurati con i metodi descritti nell'allegato VI. Questi metodi descrivono i sistemi di analisi raccomandati per le emissioni gassose (punto 1.1)

1.1. Specifiche del dinamometro

Usare un dinamometro per motori avente caratteristiche adeguate per svolgere i cicli di prova descritti nell'allegato IV, punto 3.5.1. La strumentazione per la misura della coppia e della velocità di rotazione deve permettere di misurare la potenza all'albero entro i limiti dati. Possono essere necessari calcoli aggiuntivi.

La precisione dell'apparecchiatura di misurazione deve essere tale da non eccedere le tolleranze massime indicate nel punto 1.3.

1.2. Flusso del carburante e flusso totale diluito

Usare flussimetri per carburante con la precisione definita al punto 1.3 per misurare il flusso di carburante da utilizzare per calcolare le emissioni (appendice 3). Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, il flusso totale del gas di scarico diluito (G_{TOTW}) deve essere misurato con una PDP o un CFV — allegato VI, punto 1.2.1.2. La precisione deve essere conforme alle disposizioni dell'allegato III, appendice 2, punto 2.2.

1.3. Precisione

La taratura di tutti gli strumenti di misura deve essere riconducibile a norme nazionali o internazionali ed essere conforme ai requisiti indicati nelle tabelle 2 e 3.

Tabella 2 — Deviazione ammissibile degli strumenti per i parametri relativi al motore

N.	Voce	Deviazione ammissibile
1	Regime del motore	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore
2	Coppia	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore
3	Consumo di carburante ^(a)	± 2 % del valore massimo del motore
4	Consumo di aria ^(a)	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore

^(a) I calcoli delle emissioni di scarico descritti nella presente direttiva sono in alcuni casi basati su differenti metodi di misura e/o calcolo. Date le limitate tolleranze totali per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico, i valori ammissibili per alcune voci, utilizzati nelle appropriate equazioni, devono essere inferiori alle tolleranze ammesse dalla norma ISO 3046-3.

Tabella 3 — Deviazione ammissibile degli strumenti per altri parametri essenziali

N.	Voce	Deviazione ammissibile
1	Temperature ≤ 600 K	± 2 K assoluti
2	Temperature ≥ 600 K	± 1 % del valore letto

▼M2

N.	Voce	Deviazione ammissibile
3	Pressione dei gas di scarico	$\pm 0,2$ kPa assoluto
4	Depressioni al collettore di ammissione	$\pm 0,05$ kPa assoluto
5	Pressione atmosferica	$\pm 0,1$ kPa assoluto
6	Altre pressioni	$\pm 0,1$ kPa assoluto
7	Umidità relativa	± 3 % assoluto
8	Umidità assoluta	± 5 % del valore letto
9	Flusso dell'aria di diluizione	± 2 % del valore letto
10	Flusso dei gas di scarico diluiti	± 2 % del valore letto

1.4. **Determinazione dei componenti gassosi**1.4.1. *Specifiche generali degli analizzatori*

Gli analizzatori devono avere un intervallo di misurazione appropriato alla precisione richiesta per misurare le concentrazioni dei componenti dei gas di scarico (punto 1.4.1.1). Si raccomanda di utilizzare gli analizzatori in modo tale che la concentrazione misurata sia compresa tra il 15 % e il 100 % del fondo scala.

Se il valore a fondo scala è di 155 ppm (o ppm C) o minore, oppure se si utilizzano sistemi di lettura (elaboratori, registratori dei dati di misurazione) che forniscono una sufficiente precisione e risoluzione al di sotto del 15 % del fondo scala, sono ammesse anche concentrazioni al di sotto del 15 % del fondo scala. In tal caso, si devono eseguire tarature aggiuntive per assicurare la precisione delle curve di taratura (cfr. appendice 2, punto 1.5.5.2, del presente allegato).

Il livello di compatibilità elettromagnetica (CEM) dell'apparecchiatura deve permettere di minimizzare errori aggiuntivi.

1.4.1.1. Precisione

L'analizzatore non deve discostarsi dal punto di taratura nominale per un valore superiore a ± 2 % del valore letto su tutta la misurazione escluso lo zero e a $\pm 0,3$ % del fondo scala a zero. La precisione viene determinata in base ai requisiti di taratura fissati nel punto 1.3.

1.4.1.2. Ripetibilità

La ripetibilità deve essere tale che il valore corrispondente a 2,5 volte la deviazione standard di dieci risposte ripetitive ad un dato gas di taratura o calibrazione non deve essere maggiore di ± 1 % della concentrazione di fondo scala per ciascun intervallo utilizzato al di sopra di 100 ppm (o ppm C) o di ± 2 % di ciascun intervallo utilizzato al di sotto di 100 ppm (o ppm C).

1.4.1.3. Rumore

La risposta dell'analizzatore da picco a picco ai gas di azzeramento e di calibrazione su qualsiasi periodo di 10 secondi non deve superare il 2 % del fondo scala su tutti gli intervalli utilizzati.

1.4.1.4. Deriva dello zero

La risposta di zero è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di azzeramento su un intervallo di tempo di 30 secondi. La deriva della risposta di zero per un periodo di un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato.

1.4.1.5. Deriva di calibrazione

La risposta di calibrazione è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di calibrazione per un intervallo di tempo di 30 secondi. La deriva della risposta di calibrazione per un periodo di

▼ **M2**

un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato.

1.4.2. *Essiccazione del gas*

I gas di scarico possono essere misurati su umido o sul secco. Il dispositivo facoltativo di essiccazione del gas deve avere effetti trascurabili sulla concentrazione dei gas misurati. Gli essiccatori chimici non sono ammessi per rimuovere l'acqua dal campione.

1.4.3. *Analizzatori*

I punti da 1.4.3.1 a 1.4.3.5 descrivono i principi di misura da applicare. Una descrizione dettagliata dei sistemi di misurazione figura nell'allegato VI.

I gas da misurare devono essere analizzati con gli strumenti seguenti. Per analizzatori non lineari, è ammesso l'uso di circuiti di linearizzazione.

1.4.3.1. *Analisi dell'ossido di carbonio (CO)*

L'analizzatore dell'ossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.2. *Analisi del biossido di carbonio (CO₂)*

L'analizzatore del biossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.3. *Analisi dell'ossigeno (O₂)*

L'analizzatore dell'ossigeno deve essere del tipo a rivelatore paramagnetico (PMD), a sensore al diossido di zirconio (ZRDO) o a sensore elettrochimico (ECS).

Nota: Si sconsiglia l'uso dei sensori al diossido di zirconio in caso di elevate concentrazioni di HC e CO, come nel caso dei motori ad accensione comandata a combustione povera. Nei sensori elettrochimici è necessario prevedere una compensazione per l'interferenza del CO₂ e dei NO_x.

1.4.3.4. *Analisi degli idrocarburi (HC)*

Per il campionamento diretto dei gas l'analizzatore degli idrocarburi deve essere del tipo con rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) in cui il rivelatore, le valvole, le tubature, ecc. sono riscaldati in modo da mantenere il gas ad una temperatura di 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C).

Per il campionamento dei gas diluiti l'analizzatore degli idrocarburi deve essere del tipo con rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) o con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID).

1.4.3.5. *Analisi degli ossidi di azoto (NO_x)*

L'analizzatore degli ossidi di azoto deve essere del tipo con rivelatore a chemiluminescenza (CLD) o con rivelatore a chemiluminescenza riscaldato (HCLD) con un convertitore NO₂/NO, se la misura viene effettuata sul secco. Se la misura viene effettuata su umido, si deve usare un HCLD con convertitore mantenuto al di sopra di 328 K (55 °C), a condizione che il controllo dell'estinzione causata dall'acqua rientri nella norma (allegato III, appendice 2, punto 1.9.2.2). Sia per il rivelatore CLD che per l'HCLD il percorso di campionamento deve essere mantenuto ad una temperatura di parete compresa tra 328 K e 473 K (da 55 °C a 200 °C) fino al convertitore per la misurazione sul secco e fino all'analizzatore per la misurazione su umido.

1.4.4. *Campionamento delle emissioni gassose*

Se la composizione del gas di scarico è influenzata da dispositivi di post-trattamento degli scarichi, il campione di gas di scarico deve essere prelevato a valle di tale dispositivo.

La sonda di campionamento del gas di scarico dovrebbe trovarsi sul lato ad alta pressione della marmitta, il più lontano possibile dalla luce di scarico. Per garantire la completa miscelazione dello scarico del motore prima dell'estrazione del campione, in alternativa è possibile inserire un miscelatore tra l'uscita della marmitta e la sonda di campionamento. Il volume interno del miscelatore non deve essere inferiore a 10 volte la cilindrata del motore sottoposto a prova e dovrebbe presentare un'altezza, una larghezza e una profondità praticamente uguali, come in un cubo. Le dimensioni del miscelatore dovrebbero essere ridotte al minimo; il miscelatore deve essere collegato il più possibile

▼ M2

vicino al motore. Il condotto di scarico in uscita dal miscelatore della marmitta deve continuare per almeno 610 mm oltre il punto in cui è ubicata la sonda di campionamento e deve avere dimensioni sufficienti per ridurre al minimo la contropressione. La temperatura della superficie interna del miscelatore deve mantenersi al di sopra della temperatura di condensazione dei gas di scarico; è consigliabile una temperatura minima di 338 °K (65 °C).

In via facoltativa tutti i componenti possono essere misurati direttamente nella galleria di diluizione o tramite campionamento in sacco e successiva misura della concentrazione nel sacco di campionamento.

▼ **M2***Appendice 2*

1. TARATURA DEGLI STRUMENTI DI ANALISI

1.1. **Introduzione**

Ciascun analizzatore deve essere tarato con la frequenza necessaria per soddisfare i requisiti di precisione della presente norma. Il metodo di taratura da utilizzare è descritto in questo punto per gli analizzatori indicati nell'appendice 1, punto 1.4.3.

1.2. **Gas di taratura**

Rispettare la durata di conservazione di tutti i gas di taratura.

Registrare la data di scadenza dei gas di taratura dichiarata dal costruttore.

1.2.1. *Gas puri*

La purezza dei gas richiesta è definita dai limiti di contaminazione sottoindicati. Devono essere disponibili i seguenti gas:

- azoto purificato (contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- ossigeno purificato (purezza > 99,5 Vol. O₂)
- miscela idrogeno-elio (40 ± 2 % idrogeno, rimanente elio); contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO₂
- aria sintetica purificata (contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO (tenore di ossigeno 18-21 % vol).

1.2.2. *Gas di taratura e di calibrazione*

Devono essere disponibili miscele di gas aventi le seguenti composizioni chimiche:

- C₃H₈ e aria sintetica purificata (cfr. punto 1.2.1)
- CO e azoto purificato
- NO_x e azoto purificato (la quantità di NO₂ contenuta in questo gas di taratura non deve superare il 5 % del tenore di NO)
- CO₂ e azoto purificato
- CH₄ e aria sintetica purificata
- C₂H₆ e aria sintetica purificata.

Nota: Sono ammesse combinazioni di altri gas, purché i gas non reagiscano uno con l'altro.

La concentrazione effettiva dei gas di taratura e di calibrazione deve essere compresa entro il ± 2 % del valore nominale. Tutte le concentrazioni dei gas di taratura devono essere indicate su base volume (% in volume o ppm in volume).

I gas utilizzati per la taratura e per la calibrazione possono essere ottenuti anche mediante dispositivi di miscelazione di precisione (divisori di gas) effettuando la diluizione con N₂ purificato o con aria sintetica purificata. La precisione del dispositivo di miscelazione deve essere tale che la concentrazione dei gas di taratura diluiti possa essere determinata con un errore non superiore a $\pm 1,5$ %. Una precisione analoga implica che i gas primari utilizzati per la miscelazione devono essere conosciuti con una precisione minima di ± 1 %, riconducibile a norme nazionali e/o internazionali. La verifica viene effettuata tra il 15 % e il 50 % del fondo scala per ogni taratura che comporta l'impiego di un dispositivo di miscelazione.

In alternativa, il dispositivo di miscelazione può essere controllato con uno strumento lineare per natura, ad esempio impiegando gas NO con un CLD. Il valore di calibrazione dello strumento è regolato quando il gas di calibrazione è direttamente collegato allo strumento. Il dispositivo di miscelazione è controllato quando si trova alle regolazioni utilizzate e il valore nominale viene raffrontato alla concentrazione misurata dello strumento. In ogni punto misurato la differenza deve rientrare entro un limite di $\pm 0,5$ % del valore nominale.

1.2.3. *Controllo dell'interferenza dell'ossigeno*

I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno devono contenere propano con 350 ppmC $\pm$ 75 ppm C di idrocarburi. La concentrazione viene determinata, con le tolleranze dei gas di calibrazione, mediante

▼ **M2**

cromatografia degli idrocarburi totali più impurità o mediante miscelazione dinamica. L'azoto è il diluente predominante con l'ossigeno come gas complementare. Miscela richiesta per la prova dei motori a benzina:

Concentrazione interferenza O ₂	Altro gas
10 (da 9 a 11)	Azoto
5 (da 4 a 6)	Azoto
0 (da 0 a 1)	Azoto

1.3. **Procedura operativa per gli analizzatori e per il sistema di campionamento**

La procedura operativa per l'impiego degli analizzatori deve seguire le istruzioni di avviamento e di utilizzazione del costruttore degli strumenti. Devono essere rispettati i requisiti minimi presentati nei punti da 1.4 a 1.9. Per strumenti di laboratorio quali GC e cromatografi liquidi ad alte prestazioni (HPLC) è applicabile solo il punto 1.5.4.

1.4. **Prova di trafilamento**

Eseguire una prova di trafilamento del sistema. La sonda deve essere disinserita dal sistema di scarico e l'estremità chiusa. Si mette in funzione la pompa dell'analizzatore. Dopo un periodo iniziale di stabilizzazione, tutti i flussimetri devono indicare zero; in caso contrario, controllare le linee di campionamento e rimediare ai difetti.

Il trafilamento massimo ammissibile sul lato in depressione è pari a 0,5 % della portata di utilizzo per la parte di sistema controllata. Si possono usare i flussi sull'analizzatore e sul bypass per stimare le portate di utilizzo.

In alternativa, è possibile evacuare il sistema ad una pressione minima di 20 kPa in depressione (80 kPa assoluti). Dopo un periodo di stabilizzazione iniziale l'aumento di pressione δp (kPa/min) del sistema non deve essere superiore a:

$$\delta p = p/V_{\text{syst}} \times 0,005 \times fr$$

dove:

V_{syst} = volume del sistema [l]

fr = portata del sistema [l/min]

Un altro metodo è l'introduzione di un cambiamento di concentrazione a gradino all'inizio della linea di campionamento passando dal gas di azzeramento a quello di calibrazione. Se, dopo un adeguato periodo di tempo, il valore letto indica una concentrazione inferiore a quella introdotta, esistono problemi di taratura o di trafilamento.

1.5. **Procedimento di taratura**

1.5.1. *Strumentazione*

Gli strumenti montati devono essere tarati e le curve di taratura devono essere controllate rispetto a gas campione, impiegando le stesse portate di gas utilizzate per il campionamento dei gas di scarico.

1.5.2. *Tempo di riscaldamento*

Seguire i tempi di riscaldamento raccomandati dal costruttore. Se non è specificato, si raccomanda un tempo di riscaldamento degli analizzatori di almeno due ore.

1.5.3. *Analizzatori NDIR e HFID*

Regolare l'analizzatore NDIR secondo quanto necessario e ottimizzare la fiamma di combustione dell'analizzatore HFID (punto 1.9.1).

1.5.4. *Gascromatografo (GC) e HPCL*

Calibrare i due strumenti secondo le buone prassi di laboratorio e in base alle raccomandazioni del costruttore.

1.5.5. *Determinazione delle curve di taratura*

1.5.5.1. *Orientamento generale*

a) Tarare ciascun intervallo operativo normalmente usato.

▼M2

- b) Azzerare gli analizzatori di CO, CO₂, NO_x e HC con aria sintetica (o azoto) purificati.
- c) Introdurre negli analizzatori gli appropriati gas di taratura, registrare i valori e determinare le curve di taratura.
- d) Per tutti gli intervalli degli strumenti, ad eccezione di quello inferiore, la curva di taratura dell'analizzatore viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti nel modo più uniforme possibile. Per l'intervallo inferiore la curva di taratura viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti in modo tale che la metà dei punti si trovi al di sotto del 15 % del fondo scala dell'analizzatore e l'altra metà al di sopra del 15 % del fondo scala. La concentrazione nominale massima per tutti gli intervalli deve essere uguale o maggiore al 90 % del fondo scala.
- e) La curva di taratura viene calcolata con il metodo dei minimi quadrati. Si può utilizzare un'equazione di aggiustamento lineare o non lineare.
- f) I punti di taratura non devono differire dalla linea di aggiustamento dei minimi quadrati del maggiore dei seguenti valori: oltre ± 2 % del valore o $\pm 0,3$ % del fondo scala.
- g) Se necessario, ricontrollare la regolazione dello zero e ripetere la procedura di taratura.

1.5.5.2. Metodi alternativi

Se è possibile dimostrare che una tecnica alternativa (per esempio elaboratore, commutatore di intervallo a comando elettronico, ecc.) può fornire una precisione equivalente, si possono utilizzare tali tecniche.

1.6. Verifica della taratura

Ciascun intervallo operativo normalmente utilizzato deve essere controllato prima di ogni analisi secondo la procedura seguente.

La taratura viene controllata utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione il cui valore nominale sia superiore all'80 % del fondo scala dell'intervallo di misurazione.

Se, per i due punti considerati, il valore trovato non differisce di oltre il ± 4 % del fondo scala dal valore di riferimento dichiarato, si possono modificare i parametri di aggiustamento. In caso contrario, occorre verificare il gas di calibrazione o determinare una nuova curva di taratura secondo il punto 1.5.5.1.

1.7. Taratura dell'analizzatore del gas tracciante per la misurazione del flusso di scarico

L'analizzatore per la misurazione delle concentrazioni di gas tracciante viene tarato utilizzando gas normali.

La curva di calibratura viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti in modo tale che la metà dei punti si trovi tra il 4 % e il 20 % del fondo scala dell'analizzatore e l'altra metà tra il 20 % e il 100 % del fondo scala. La curva di taratura viene calcolata con il metodo dei minimi quadrati.

La curva di taratura non deve differire di oltre ± 1 % del fondo scala dal valore nominale di ciascun punto di taratura, nell'intervallo tra il 20 % e il 100 % del fondo scala. Non deve inoltre differire di oltre ± 2 % dal valore nominale nell'intervallo tra il 4 % e il 20 % del fondo scala. L'analizzatore viene azzerato e calibrato prima della prova utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione il cui valore nominale sia superiore all'80 % del fondo scala dell'analizzatore.

1.8. Prova di efficienza del convertitore di NO_x

L'efficienza del convertitore utilizzato per la conversione di NO₂ in NO viene controllata come indicato nei punti 1.8.1-1.8.8 (figura 1 dell'allegato III, appendice 2).

1.8.1. Configurazione di prova

Questo controllo si può effettuare con un ozonizzatore conformemente all'impianto di prova presentato alla figura 1 dell'allegato III e al procedimento descritto in appresso.

▼ M2**1.8.2. Taratura**

Il CLD e l'HCLD devono essere tarati nell'intervallo di funzionamento più comune, secondo le specifiche del costruttore, utilizzando gas di azzeramento e di taratura (il cui tenore di NO deve essere pari a circa l'80 % dell'intervallo operativo e la concentrazione di NO₂ della miscela di gas deve essere inferiore al 5 % della concentrazione di NO). L'analizzatore di NO_x deve essere regolato sulla posizione NO, in modo che il gas di taratura non passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata.

1.8.3. Calcolo

L'efficienza del convertitore di NO_x viene calcolata come segue:

$$\text{Efficienza (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

dove:

a = concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.8.6

b = concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.8.7

c = concentrazione di NO conformemente al punto 1.8.4

d = concentrazione di NO conformemente al punto 1.8.5.

1.8.4. Aggiunta di ossigeno

Attraverso un raccordo a T, aggiungere di continuo ossigeno o aria di azzeramento al flusso di gas fino a quando la concentrazione indicata risulti inferiore di circa il 20 % alla concentrazione di taratura indicata al punto 1.8.2. (Analizzatore in posizione NO).

Registrare la concentrazione indicata (c). Durante tutta questa operazione l'ozonizzatore deve restare disinserito.

1.8.5. Attivazione dell'ozonizzatore

Attivare quindi l'ozonizzatore per generare una quantità di ozono sufficiente a ridurre la concentrazione di NO a circa il 20 % (minimo 10 %) della concentrazione di taratura di cui al punto 1.8.2. Registrare la concentrazione indicata (d). (Analizzatore in posizione NO).

1.8.6. Posizione NO_x

Commutare quindi l'analizzatore sulla posizione NO_x in modo che la miscela gassosa (costituita da NO, NO₂, O₂ e N₂) passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (a). (Analizzatore in posizione NO_x).

1.8.7. Disattivazione dell'ozonizzatore

Disattivare quindi l'ozonizzatore. La miscela di gas descritta al punto 1.8.6 entra nel rivelatore passando attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (b). (Analizzatore in posizione NO_x).

1.8.8. Posizione NO

Dopo commutazione sulla posizione NO con l'ozonizzatore disattivato, chiudere anche il flusso di ossigeno o di aria sintetica. Il valore di NO_x letto sull'analizzatore non deve superare di oltre il ± 5 % il valore specificato al punto 1.8.2 (Analizzatore in posizione NO).

1.8.9. Intervallo di prova

Verificare l'efficienza del convertitore ogni mese.

1.8.10. Efficienza

L'efficienza del convertitore non deve essere inferiore al 90 %, ma è fortemente raccomandata un'efficienza maggiore (95 %).

Nota: Se, con l'analizzatore nell'intervallo più comune, l'ozonizzatore non può fornire una riduzione dall'80 % al 20 % conformemente al punto 1.8.5, utilizzare l'intervallo massimo che consente tale riduzione.

1.9. Regolazione del FID**1.9.1. Ottimizzazione della risposta del rivelatore**

Il rivelatore HFID deve essere messo a punto come specificato dal costruttore dello strumento. Come gas di taratura, utilizzare propano in aria per ottimizzare la risposta sull'intervallo operativo più comune.

▼ M2

Con le portate di carburante e di aria raccomandate dal costruttore, introdurre nell'analizzatore un gas di calibrazione contenente 350 ± 75 ppmC. Determinare la risposta ad un dato flusso di carburante in base alla differenza tra la risposta al gas di calibrazione e la risposta al gas di azzeramento. Il flusso del carburante deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore. Registrare le risposte di calibrazione e di azzeramento a questi flussi di carburante. Riportare in grafico la differenza tra la risposta di calibrazione e la risposta di azzeramento e regolare il flusso di carburante sul lato ricco della curva. Il valore rappresenta la regolazione iniziale della portata, che può essere successivamente ottimizzata in base ai risultati del fattore di risposta degli idrocarburi e del controllo dell'interferenza dell'ossigeno secondo i punti 1.9.2 e 1.9.3.

Se l'interferenza dell'ossigeno o i fattori di risposta degli idrocarburi non rispettano le specifiche indicate di seguito, il flusso dell'aria sarà regolato in maniera incrementale verso l'alto e verso il basso rispetto alle specifiche del costruttore; ripetere le procedure dei punti 1.9.2 e 1.9.3 per ciascun flusso.

1.9.2. *Fattori di risposta degli idrocarburi*

Tarare l'analizzatore utilizzando propano in aria e aria sintetica purificata conformemente al punto 1.5.

Quando un analizzatore viene messo in servizio e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, determinare i fattori di risposta. Il fattore di risposta (R_f) per una particolare specie idrocarburica è il rapporto tra il valore C1 letto sul FID e la concentrazione del gas nella bombola espressa in ppm di C1.

La concentrazione del gas di prova deve essere ad un livello tale da ottenere una risposta pari approssimativamente all'80 % del fondo scala. La concentrazione deve essere nota con una precisione del ± 2 % riferita ad uno standard gravimetrico espresso in volume. Inoltre, la bombola del gas deve essere preconditionata per 24 ore ad una temperatura di $298 \text{ K } (25^\circ\text{C}) \pm 5 \text{ K}$.

I gas di prova e gli intervalli raccomandati per i relativi fattori di risposta sono i seguenti:

- metano e aria sintetica purificata: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- propilene e aria sintetica purificata: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- toluene e aria sintetica purificata: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Questi valori sono relativi al fattore di risposta (R_f) di 1,00 per propano e aria sintetica purificata.

1.9.3. *Controllo dell'interferenza dell'ossigeno*

Quando si mette in servizio un analizzatore e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, controllare l'interferenza dell'ossigeno. Scegliere un intervallo nel quale i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno rientrino nel 50 % superiore. La prova viene effettuata regolando la temperatura del forno come indicato. I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno sono indicati al punto 1.2.3.

- a) Azzerare l'analizzatore.
- b) Calibrare l'analizzatore con la miscela allo 0 % di ossigeno per i motori a benzina.
- c) Ricontrollare la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre lo 0,5 % del fondo scala, ripetere le procedure di cui alle lettere a) e b) di questo punto.
- d) Introdurre i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno al 5 % e al 10 %.
- e) Ricontrollare la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre ± 1 % del fondo scala, ripetere la prova.
- f) Calcolare l'interferenza dell'ossigeno (% O_2I) per ciascuna miscela di cui alla lettera d) come segue:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

▼ **M2**

$$\text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

dove:

A = concentrazione di idrocarburi (ppm C) del gas di calibrazione utilizzato alla lettera b)

B = concentrazione di idrocarburi (ppm C) dei gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno utilizzati alla lettera d)

C = risposta dell'analizzatore

D = percentuale della risposta dell'analizzatore rispetto al fondo scala a seguito del punto A.

- g) La % dell'interferenza dell'ossigeno (% O₂I) deve essere inferiore a ± 3 % per tutti i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno prima della prova.
- h) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a ± 3 %, il flusso dell'aria deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore, ripetendo le procedure del punto 1.9.1 per ciascun flusso.
- i) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a ± 3 % dopo aver regolato il flusso dell'aria variare il flusso del carburante e successivamente il flusso del campione, ripetendo le procedure del punto 1.9.1 per ciascuna nuova regolazione.
- j) Se l'interferenza dell'ossigeno è ancora superiore a ± 3 %, riparare o sostituire l'analizzatore, il carburante del FID o l'aria del bruciatore prima di eseguire la prova. La procedura descritta in questo punto deve essere ripetuta dopo la riparazione o la sostituzione dell'apparecchiatura o dei gas.

1.10. Effetti di interferenza con gli analizzatori di CO, CO₂, NO_x e O₂

Gas diversi da quello analizzato possono interferire in vari modi col valore letto. Si verifica un'interferenza positiva in strumenti NDIR e PMD quando il gas interferente fornisce, in minor misura, lo stesso effetto del gas misurato. Si verifica una interferenza negativa, negli strumenti NDIR, a causa di gas interferenti che ampliano la banda di assorbimento del gas misurato e, negli strumenti CLD, a causa di gas interferenti che estinguono la radiazione. Eseguire i controlli di interferenza descritti nei punti 1.10.1 e 1.10.2 prima dell'utilizzo iniziale dell'analizzatore e dopo intervalli di inutilizzo importanti, e comunque almeno una volta all'anno.

1.10.1. Controllo dell'interferenza sull'analizzatore di CO

Acqua e CO₂ possono interferire con le prestazioni dell'analizzatore di CO. Pertanto, gorgogliare attraverso acqua a temperatura ambiente un gas di calibrazione del CO₂ avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo durante la prova e registrare la risposta dell'analizzatore. Quest'ultima non deve essere superiore all'1 % del fondo scala per intervalli uguali o superiori a 300 ppm, e non deve essere superiore a 3 ppm per intervalli al di sotto di 300 ppm.

1.10.2. Controlli dell'attenuazione sull'analizzatore di NO_x

I due gas che possono dare problemi sugli analizzatori CLD (e HCLD) sono il CO₂ e il vapore acqueo. Le risposte di estinzione di questi gas sono proporzionali alle loro concentrazioni e richiedono pertanto tecniche d'analisi per determinare l'estinzione alle più elevate concentrazioni prevedibili durante la prova.

1.10.2.1. Prova dell'attenuazione da CO₂

Far passare attraverso l'analizzatore NDIR un gas di calibrazione del CO₂ avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo e registrare come A il valore del CO₂. Diluire poi approssimativamente al 50 % con gas di calibrazione di NO e farlo passare attraverso gli analizzatori NDIR e (H)CLD registrando come B e C rispettivamente i valori di CO₂ e NO. Chiudere poi il CO₂ e far passare solo il gas di calibrazione di NO attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO.

L'attenuazione, che non deve superare il 3 % del fondo scala, viene calcolata come segue:

▼ M2

$$\% \text{ attenuazione CO}_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

dove:

A: concentrazione CO₂ non diluito misurata con NDIR (%)

B: concentrazione CO₂ diluito misurata con NDIR (%)

C: concentrazione NO diluito misurata con CLD ppm

D: concentrazione NO non diluito misurata con CLD ppm

È possibile utilizzare metodi alternativi per diluire e quantificare i valori dei gas di calibrazione CO₂ ed NO, ad esempio la miscelazione dinamica.

1.10.2.2. Controllo dell'attenuazione causata dall'acqua

Il controllo si applica solo alle misure della concentrazione dei gas su umido. Il calcolo dell'attenuazione provocata dall'acqua deve considerare la diluizione del gas di calibrazione di NO con vapore acqueo e la messa in scala della concentrazione di vapore acqueo nella miscela in proporzione a quella prevista durante l'esecuzione delle prove.

Far passare un gas di calibrazione di NO avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala del normale intervallo operativo attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO. Gorgogliare poi il gas di NO attraverso acqua a temperatura ambiente e farlo passare attraverso l'analizzatore (H)CLD, registrando come C il valore di NO. La temperatura dell'acqua deve essere determinata e registrata come F. Determinare e registrare come G la pressione di vapore di saturazione della miscela che corrisponde alla temperatura dell'acqua nel gorgogliatore (F). Calcolare la concentrazione di vapore acqueo (in %) della miscela come segue:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{p_B} \right)$$

e registrarla come H. Calcolare la concentrazione attesa del gas di calibrazione NO diluito (in vapore acqueo) come segue:

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

e registrarla come D_e.

L'attenuazione causata dall'acqua, che non deve superare il 3 %, viene calcolata come segue:

$$\% \text{ attenuazione H}_2\text{O} = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

D_e: concentrazione prevista NO diluito (ppm)

C: concentrazione NO diluito (ppm)

H_m: concentrazione massima vapore acqueo

H: concentrazione effettiva vapore acqueo (%)

Nota: È importante che il gas di calibrazione di NO contenga una concentrazione minima di NO₂ per questa prova perché nei calcoli dell'attenuazione non si è tenuto conto dell'assorbimento di NO₂ in acqua.

1.10.3. Interferenza sull'analizzatore di O₂

La risposta degli strumenti di un analizzatore PMD causata dai gas diversi dall'ossigeno è relativamente bassa. Gli equivalenti ossigeno dei componenti dei gas di scarico più comuni sono illustrati nella tabella 1.

Tabella 1 — Equivalenti ossigeno

Gas	Equivalenti O ₂ (%)
Biossido di carbonio (CO ₂)	– 0,623
Monossido di carbonio (CO)	– 0,354
Ossido di azoto (NO)	+ 44,4

▼ M2

Gas	Equivalenti O ₂ (%)
Biossido di azoto (NO ₂)	+ 28,7
Acqua (H ₂ O)	– 0,381

Se sono necessarie misurazioni di alta precisione, la concentrazione di ossigeno rilevata deve essere corretta secondo la seguente formula:

$$\text{Interferenza} = \frac{(\text{Equivalente O}_2 \% \times \text{conc. oss.})}{100}$$

1.11. **Intervalli di taratura**

Tarare gli analizzatori conformemente al punto 1.5 almeno una volta ogni tre mesi o tutte le volte che vengono effettuate riparazioni o modifiche al sistema che possano influire sulla taratura.

▼ M2

Appendice 3

1. VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI

1.1. Valutazione dei dati relativi alle emissioni gassose

Per la valutazione delle emissioni gassose, calcolare la media dei valori registrati almeno degli ultimi 120 secondi di ciascuna modalità di funzionamento e determinare le concentrazioni (conc) medie di HC, CO, NO_x e CO₂ per ciascuna modalità in base alla media dei valori registrati e ai corrispondenti dati di taratura. È ammesso un differente tipo di registrazione, purché assicurino un'acquisizione equivalente dei dati.

Le concentrazioni medie di fondo (conc_d) possono essere determinate in base ai valori ottenuti per l'aria di diluizione col metodo del sacco o ai valori di fondo ottenuti in modo continuo (senza sacco) e dai corrispondenti dati di taratura.

1.2. Calcolo delle emissioni gassose

I risultati finali della prova registrati risultano dai seguenti calcoli.

1.2.1. Correzione secco/umido

Convertire la concentrazione misurata nel valore su umido secondo le formule seguenti, salvo che sia già stata misurata su umido:

$$\text{conc ((umido))} = k_w \times \text{conc ((secco))}$$

Per il gas di scarico grezzo:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 [\text{secco}]) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 [\text{secco}] + k_{w2}}$$

dove α è il rapporto idrogeno-carbonio nel carburante.

Calcolare la concentrazione di H₂ nello scarico come segue:

$$\text{H}_2 [\text{secco}] = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [secco]} \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 [\text{secco}])}{\% \text{ CO [secco]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 [\text{secco}])}$$

Calcolare il fattore k_{w2} :

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

H_a: umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca.

Per il gas di scarico diluito:

Per la misura del CO₂ su umido:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 [\text{umido}]}{200} \right) - k_{w1}$$

Per la misura del CO₂ su secco:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 [\text{secco}]}{200}} \right)$$

dove α è il rapporto idrogeno-carbonio nel carburante.

Calcolare il fattore k_{w1} in base alle seguenti equazioni:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

dove:

H_d umidità assoluta dell'aria di diluizione, g d'acqua per kg di aria secca

▼ **M2**

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{CO_2} + (\text{ppm conc}_{CO} + \text{ppm conc}_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Per l'aria di diluizione:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Calcolare il fattore k_{w1} in base alle seguenti equazioni:

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{CO_2} + (\text{ppm conc}_{CO} + \text{ppm conc}_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

dove:

H_d umidità assoluta dell'aria di diluizione, g d'acqua per kg di aria secca

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{CO_2} + (\text{ppm conc}_{CO} + \text{ppm conc}_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Per l'aria di aspirazione (se è differente dall'aria di diluizione):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Calcolare il fattore k_{w2} in base alle seguenti equazioni:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

H_a : umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca.

1.2.2. *Correzione dell'umidità per NO_x*

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere moltiplicata per il fattore K_H per tener conto dell'umidità:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{ (per motori a 4 tempi)}$$

$$K_H = 1 \text{ (per motori a 2 tempi)}$$

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria

1.2.3. *Calcolo della portata massica di emissione*

La portata massica di emissione Gas_{mass} [g/h] per ciascuna modalità si calcola come segue:

a) Per il gas di scarico grezzo ⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 [\text{umido}] - \% CO_{2AIR}) + \% CO [\text{umido}] + \% HC [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

⁽¹⁾ Per i NO_x la concentrazione deve essere moltiplicata per il fattore K_H (fattore di correzione dell'umidità per i NO_x).

▼ M2

dove:

G_{FUEL} [kg/h] è la portata massica di carburante

MW_{gas} [kg/kmole] è il peso molecolare di ciascun gas indicato nella tabella 1

Tabella 1 — Pesi molecolari

Gas	MW_{gas} [kg/kmole]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$
CO_2	44,01

— $MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 + \beta \times 15,9994$ [kg/kmole] è il peso molecolare del carburante, dove α è il rapporto idrogeno-carbonio e β è il rapporto ossigeno-carbonio del carburante ⁽¹⁾

— $\text{CO}_{2\text{AIR}}$ è la concentrazione di CO_2 nell'aria di alimentazione (che, se non viene misurata, è calcolata allo 0,04 %).

b) Per il gas di scarico diluito ⁽²⁾:

$$G_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

— G_{TOTW} [kg/h] è la portata massica del gas di scarico diluito su umido che, quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, deve essere determinata secondo quanto indicato nell'allegato III, appendice 1, punto 1.2.4

— conc_c è la concentrazione di fondo corretta:

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF})$$

in cui

$$\text{DF} = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Il coefficiente u figura nella tabella 2.

Tabella 2 — Valori del coefficiente u

Gas	U	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

I valori del coefficiente u si basano su un peso molecolare del gas di scarico diluito pari a 29 [kg/kmole]. Il valore del coefficiente u degli HC è basato su un rapporto medio carbonio su idrogeno pari a 1/1,85.

⁽¹⁾ La norma ISO 8178-1 illustra una formula più completa per il calcolo del peso molecolare del carburante (formula 50, capitolo 13.5.1 b). La formula non tiene conto solo del rapporto idrogeno-carbonio e del rapporto ossigeno-carbonio, ma anche di altri possibili componenti del carburante quali zolfo e azoto. Tuttavia, poiché per le prove sui motori ad accensione comandata della direttiva viene utilizzato un tipo di benzina che di solito contiene solo carbonio e idrogeno (denominato «carburante di riferimento» nell'allegato V), si considera la formula semplificata.

⁽²⁾ Nel caso dei NO_x moltiplicare la concentrazione per il fattore di correzione dell'umidità K_H (fattore di correzione dell'umidità per i NO_x).

▼ **M2**1.2.4. *Calcolo delle emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

dove $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Se per la prova vengono montati dispositivi ausiliari (ad esempio ventilatori di raffreddamento o soffianti) la potenza che assorbono deve essere aggiunta ai valori registrati, eccetto il caso in cui i dispositivi ausiliari costituiscano parte integrante del motore. La potenza del ventilatore o del soffiante deve essere determinata alle velocità utilizzate per la prova mediante calcolo sulla base delle caratteristiche standard o mediante prove pratiche (cfr. allegato VII, appendice 3).

I fattori di ponderazione e il numero di modalità (n) utilizzati nel calcolo suddetto sono descritti nell'allegato IV, punto 3.5.1.1.

2. ESEMPI

2.1. **Dati sui gas di scarico grezzi prodotti da un motore ad accensione comandata a quattro tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 3), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

Tabella 3 — Dati sperimentali relativi ad un motore ad accensione comandata a quattro tempi

Modalità		1	2	3	4	5	6
Regime del motore	min ⁻¹	2 550	2 550	2 550	2 550	2 550	1 480
Potenza	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Carico in %	%	100	75	50	25	10	0
Fattori di ponderazione	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressione barometrica	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Temperatura aria	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Umidità relativa aria	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Umidità assoluta aria	g _{H2O} /kg _{air}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO sul secco	ppm	60 995	40 725	34 646	41 976	68 207	37 439
NO _x su umido	ppm	726	1 541	1 328	377	127	85
HC su umido	ppmC1	1 461	1 308	1 401	2 073	3 024	9 390
CO ₂ sul secco	% Vol.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Portata massica carburante	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85

▼ **M2**

Modalità		1	2	3	4	5	6
Rapporto β O/C del carburante		0	0	0	0	0	0

2.1.1. *Fattore di correzione secco/umido k_w*

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure sul secco di CO e CO₂ in misure su umido.

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [secco]} + k_{w2}}$$

dove:

$$\text{H}_2 \text{ [secco]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [secco]} \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]})}{\% \text{ CO [secco]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]})}$$

nonché:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$\text{H}_2 \text{ (secco)} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1\,000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 60\,995 \times 0,872 = 53\,198 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [secco]} = \text{CO}_2 \text{ [secco]} \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \% \text{ Vol.}$$

Tabella 4 — Valori di CO e CO₂ misurati su umido in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
H ₂ sul secco	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k_{w2}	—	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k_w	—	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO su umido	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO ₂ su umido	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2. *Emissioni di HC*

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{HC}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [umido]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [umido]} + \% \text{ HC [umido]}\}} \times \% \text{ conc} \times \text{G}_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

dove:

$$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$$

$$\text{MW}_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \, 1,00794 = 13,876$$

▼ **M2**

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1\,000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Tabella 5 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

2.1.3. *Emissioni di NO_x*

Calcolare prima il fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x come segue:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Tabella 6 — Fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
K _H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Calcolare quindi la massa NO_{xmass} [g/h]:

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{umido}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{umido}] + \% \text{ HC} [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times K_H \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1\,000 = 39,717 \text{ g/h}$$

Tabella 7 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
NO _{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4. *Emissioni di CO*

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{CO}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{umido}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{umido}] + \% \text{ HC} [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\,000 = 6\,126,806 \text{ g/h}$$

Tabella 8 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO _{mass}	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

▼ **M2**2.1.5. Emissioni di CO₂

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 [\text{umido}] - \% CO_{2AIR}) + \% CO [\text{umido}] + \% HC [\text{umido}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6\,126,806 \text{ g/h}$$

Tabella 9 — Emissioni di CO₂ [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO _{2mass}	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

2.1.6. Emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Tabella 10 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO _{xmass}	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO _{mass}	g/h	2 084,5-88	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO _{2mass}	g/h	6 126,8-06	4 884,7-39	4 117,2-02	2 780,6-62	2 020,0-61	907,648
Potenza P _i	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Fattori di ponderazione WF _i	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2\,084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6\,126,81 \times 0,090 + 4\,884,74 \times 0,200 + 4\,117,20 \times 0,290 + 2\,780,66 \times 0,300 + 2\,020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 816,36 \text{ g/kWh}$$

2.2. **Dati sui gas di scarico grezzi prodotti da un motore ad accensione comandata a due tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 11), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

▼ M2

Tabella 11 — Dati sperimentali relativi a un motore ad accensione comandata a due tempi

Modalità		1	2
Regime del motore	m ⁻¹	9 500	2 800
Potenza	kW	2,31	0
Carico in %	%	100	0
Fattori di ponderazione	—	0,9	0,1
Pressione barometrica	kPa	100,3	100,3
Temperatura aria	°C	25,4	25
Umidità relativa aria	%	38,0	38,0
Umidità assoluta aria	g _{H2O} /kg _{air}	7,742	7,558
CO sul secco	ppm	37 086	16 150
NO _x su umido	ppm	183	15
HC su umido	ppm C1	14 220	13 179
CO ₂ sul secco	% Vol.	11,986	11,446
Portata massica carburante	kg/h	1,195	0,089
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85
Rapporto β O/C del carburante		0	0

2.2.1. Fattore di correzione secco/umido k_w

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure a secco di CO e CO₂ in misure su umido.

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 [\text{secco}]) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 [\text{secco}] + k_{w2}}$$

dove:

$$\text{H}_2 [\text{secco}] = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [secco]} \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 [\text{secco}])}{\% \text{ CO [secco]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 [\text{secco}])}$$

$$\text{H}_2 [\text{secco}] = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

▼ **M2**

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 37\,086 \times 0,874 = 32\,420 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [umido]} = \text{CO}_2 \text{ [secco]} \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \% \text{ Vol.}$$

Tabella 12 — Valori di CO e CO₂ misurati su umido in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2
H ₂ su secco	%	1,357	0,543
kw ₂	—	0,012	0,012
kw	—	0,874	0,887
CO su umido	ppm	32 420	14 325
CO ₂ su umido	%	10,478	10,153

2.2.2. Emissioni di HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{HC}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [umido]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [umido]} + \% \text{ HC [umido]}\}} \times \% \text{ conc} \times \text{G}_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

dove:

$$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$$

$$\text{MW}_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1\,000 = 112,520 \text{ g/h}$$

Tabella 13 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
HC _{mass}	112,520	9,119

2.2.3. Emissioni di NO_x

Il fattore di correzione K_H per le emissioni di NO_x è uguale a 1 per i motori a due tempi:

$$\text{NO}_{\text{xmass}} = \frac{\text{MW}_{\text{NO}_x}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [umido]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [umido]} + \% \text{ HC [umido]}\}} \times \% \text{ conc} \times K_H \times \text{G}_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

$$\text{NO}_{\text{xmass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1\,000 = 4,800 \text{ g/h}$$

▼ **M2**Tabella 14 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
NO _{xmass}	4,800	0,034

2.2.4. Emissioni di CO

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 [\text{umido}] - \% CO_{2AIR}) + \% CO [\text{umido}] + \% HC [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{\text{mass}} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1000 = 517,851 \text{ g/h}$$

Tabella 15 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
CO _{mass}	517,851	20,007

2.2.5. Emissioni di CO₂

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 [\text{umido}] - \% CO_{2AIR}) + \% CO [\text{umido}] + \% HC [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1000 = 2629,658 \text{ g/h}$$

Tabella 16 — Emissioni di CO₂ [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
CO _{2mass}	2 629,658	222,799

2.2.6. Emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Tabella 17 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in due modalità di prova

Modalità		1	2
HC _{mass}	g/h	112,520	9,119
NO _{xmass}	g/h	4,800	0,034
CO _{mass}	g/h	517,851	20,007
CO _{2mass}	g/h	2 629,658	222,799
Potenza P _{II}	kW	2,31	0

▼ **M2**

Modalità		1	2
Fattori di ponderazione WF_i	—	0,85	0,15

$$HC = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2\,629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1\,155,4 \text{ g/kWh}$$

2.3. **Dati sui gas di scarico diluiti prodotti da un motore ad accensione comandata a quattro tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 18), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

Tabella 18 — Dati sperimentali riguardanti un motore ad accensione comandata a quattro tempi

Modalità		1	2	3	4	5	6
Regime del motore	m ⁻¹	3 060	3 060	3 060	3 060	3 060	2 100
Potenza	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Carico in %s	%	100	75	50	25	10	0
Fattori di ponderazione	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressione barometrica	kPa	980	980	980	980	980	980
Temperatura aria di alimentazione ⁽¹⁾	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Umidità relativa aria di alimentazione ⁽¹⁾	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Umidità assoluta aria di alimentazione ⁽¹⁾	g _{H2O} /kg _{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO sul secco	ppm	3 681	3 465	2 541	2 365	3 086	1 817
NO _x su umido	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC su umido	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO ₂ sul secco	% Vol.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO sul secco (di fondo)	ppm	3	3	3	2	2	3

▼ M2

Modalità		1	2	3	4	5	6
NO _x su umido (di fondo)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC su umido (di fondo)	ppm C1	6	6	5	6	6	4
CO ₂ sul secco (di fondo)	% Vol.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Portata mass. Gas di scarico dil. G _{TOTW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Rapporto β O/C del carburante		0	0	0	0	0	0

(¹) Condizioni dell'aria di diluizione uguali a quelle dell'aria di alimentazione.

2.3.1. *Fattore di correzione secco/umido k_w*

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure sul secco di CO e CO₂ in misure su umido.

Per il gas di scarico diluito:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{secco}]}{200}} \right)$$

dove:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3\,681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1,000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 3\,681 \times 0,984 = 3\,623 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 [\text{umido}] = \text{CO}_2 [\text{secco}] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219 \%$$

Tabella 19 — Valori di CO e CO₂ misurati su umido per i gas di scarico diluiti in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
DF	—	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788

▼ M2

Modalità		1	2	3	4	5	6
k_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	—	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO su umido	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO ₂ su umido	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Per l'aria di diluizione:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

dove il fattore k_{w1} è uguale a quello già calcolato per il gas di scarico diluito.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [umido]} = \text{CO}_2 \text{ [secco]} \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421 \% \text{ Vol}$$

Tabella 20 — Valori di CO e CO₂ misurati su umido per l'aria di diluizione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
k_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	—	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO su umido	ppm	3	3	3	2	2	3
CO ₂ su umido	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2. Emissioni di HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

$u = 0,000478$ dalla tabella 2

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

Tabelle 21 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

2.3.3. Emissioni di NO_x

Calcolare il fattore di correzione K_H delle emissioni di NO_x come segue:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,08 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79$$

▼ **M2**Tabella 22 — Fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
K_H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$\text{NO}_{x\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

 $u = 0,001587$ dalla tabella 2

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 85 - 0 \times (1-1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$\text{NO}_{x\text{mass}} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Tabella 23 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
$\text{NO}_{x\text{mass}}$	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4. Emissioni di CO

$$\text{CO}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

 $u = 0,000966$ dalla tabella 2

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 3\,622 - 3 \times (1-1/9,465) = 3\,620 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 \times 3\,620 \times 625,722 = 2\,188,001 \text{ g/h}$$

Tabella 24 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435

2.3.5. Emissioni di CO_2

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

 $u = 15,19$ dalla tabella 2

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1-1/9,465) = 0,9842 \text{ \% Vol}$$

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9\,354,488 \text{ g/h}$$

Tabella 25 — Emissioni di CO_2 [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
$\text{CO}_{2\text{mass}}$	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

2.3.6. Emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

▼ **M2**

Tabella 26 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	G/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO _{xmass}	G/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO _{mass}	G/h	2 188,0-01	2 068,7-60	1 510,1-87	1 424,7-92	1 853,1-09	975,435
CO _{2mass}	G/h	9 354,4-88	7 295,7-94	5 717,5-31	3 973,5-03	2 756,1-13	1 430,229
Potenza P _i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Fattori di ponderazione WF _i	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2\,188,001 \times 0,09 + 2\,068,760 \times 0,2 + 1\,510,187 \times 0,29 + 1\,424,792 \times 0,3 + 1\,853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9\,354,488 \times 0,09 + 7\,295,794 \times 0,2 + 5\,717,531 \times 0,29 + 3\,973,503 \times 0,3 + 2\,756,113 \times 0,07 + 1\,430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

▼ M2

Appendice 4

1. CONFORMITÀ AGLI STANDARD DI EMISSIONE

La presente appendice si applica solo ai motori ad accensione comandata nella fase II.

- 1.1. Gli standard di emissione dei gas di scarico per i motori nella fase II, di cui all'allegato I, punto 4.2, si applicano alle emissioni dei motori per il periodo di durabilità delle caratteristiche di emissione (EDP) determinato ai sensi della presente appendice.
- 1.2. Per tutti i motori della fase II, se tutti i motori sottoposti a prova che rappresentano una famiglia di motori producono, quando vengono sottoposti correttamente a prove secondo le procedure illustrate nella presente direttiva, emissioni inferiori o uguali a ciascuno standard di emissione della fase II (limite di emissione della famiglia o FEL) in una determinata classe di motori, previa correzione con il fattore di deterioramento (DF) di cui alla presente appendice, s'intende che la famiglia in questione soddisfa gli standard di emissione di quella classe. Se un motore sottoposto a prova che rappresenta una famiglia di motori presenta emissioni che, previa correzione con il fattore di deterioramento di cui alla presente appendice, risultino superiori a uno standard di emissione (FEL, se applicabile) per una determinata classe di motori, s'intende che la famiglia in questione non soddisfa gli standard di emissione per quella classe di motori.
- 1.3. I piccoli produttori di motori possono scegliere se applicare i fattori di deterioramento per HC+NO_x e CO indicati nelle tabelle 1 e 2 del presente punto o se calcolare i fattori di deterioramento per HC+NO_x e CO secondo la procedura descritta al punto 1.3.1. Per le tecnologie non comprese nelle tabelle 1 e 2 del presente punto, il costruttore può utilizzare la procedura descritta al punto 1.4 della presente appendice.

Tabella 1: Motori portatili — Fattori di deterioramento predefiniti per HC+NO_x e CO per i piccoli costruttori di motori

Classe motore	Motori a due tempi		Motori a quattro tempi		Motori con post-trattamento
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	I DF sono calcolati con la formula del punto 1.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabella 2: Motori non portatili — Fattori di deterioramento predefiniti per HC+NO_x e CO per i piccoli costruttori di motori

Classe motore	Motori con valvole laterali		Motori con valvole in testa		Motori con post-trattamento
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	I DF sono calcolati con la formula del punto 1.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

- 1.3.1. *Formula per il calcolo dei fattori di deterioramento per i motori con post-trattamento*

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

dove:

DF = fattore di deterioramento

NE = livelli di emissione di un motore nuovo prima del catalizzatore (g/kWh)

▼ **M2**

EDF = fattore di deterioramento per motori senza catalizzatore, come indicato nella tabella 1

CC = quantità convertita a 0 ore in g/kWh

F = 0,8 per gli HC e 0,0 per i NO_x per tutte le classi di motori

F = 0,8 per il CO per tutte le classi di motori

- 1.4. Il costruttore sceglie un DF predefinito o lo calcola, secondo il caso, per ciascun inquinante regolamentato e per tutte le famiglie di motori della fase II. I DF devono essere utilizzati per l'omologazione e per le prove delle linee di produzione.
- 1.4.1. Per i motori che non utilizzano i DF predefiniti delle tabelle 1 o 2, i fattori di deterioramento sono calcolati come indicato di seguito.
 - 1.4.1.1. Su almeno un motore di prova che rappresenti la configurazione prescelta maggiormente suscettibile di superare gli standard di emissione (FEL, se applicabili) per HC + NO_x e costruito in modo da rappresentare i motori in produzione, eseguire la prova delle emissioni seguendo la procedura (completa) descritta nella presente direttiva dopo il numero di ore che corrisponde alla stabilizzazione delle emissioni.
 - 1.4.1.2. Se la prova riguarda più di un motore, fare la media dei risultati e arrotondarla allo stesso numero di decimali contenuti nello standard applicabile, con una cifra significativa in più.
 - 1.4.1.3. Ripetere la prova delle emissioni dopo invecchiamento del motore. La procedura di invecchiamento dovrebbe essere tale da consentire al costruttore di predire adeguatamente il deterioramento delle emissioni durante l'uso nel periodo di durabilità del motore, tenendo conto del tipo di usura e di altri meccanismi di deterioramento previsti in caso di uso normale da parte dell'utilizzatore e che potrebbero ripercuotersi sulle prestazioni a livello di emissioni. Se la prova riguarda più di un motore, fare la media dei risultati e arrotondarla allo stesso numero di decimali contenuti nello standard applicabile, con una cifra significativa in più.
 - 1.4.1.4. Dividere le emissioni ottenute alla fine del periodo di durabilità EDP (emissioni medie, se del caso) per ciascun inquinante regolamentato per le emissioni stabilizzate (emissioni medie, se applicabili) e arrotondare il valore a due cifre significative. Il valore ottenuto è il DF; se risulta inferiore a 1,00, il DF è pari a 1,0.
 - 1.4.1.5. È facoltà del costruttore programmare altri punti di prova delle emissioni tra il punto di prova delle emissioni stabilizzate e la fine dell'EDP. Se sono previste prove intermedie, i punti di prova devono essere equamente distanziati nell'arco dell'EDP (più o meno due ore) e uno di essi deve situarsi a metà dell'intero EDP (più o meno 2 ore).

Per ciascun inquinante HC+NO_x e CO viene tracciata una retta tra i punti corrispondenti ai dati, considerando che la prova iniziale sia avvenuta all'ora zero e utilizzando il metodo dei minimi quadrati. Il fattore di deterioramento è dato dalle emissioni calcolate al termine dell'EDP diviso le emissioni calcolate all'ora zero.

- 1.4.1.6. I fattori di deterioramento calcolati possono riguardare famiglie diverse da quelle utilizzate come riferimento per il loro calcolo, a condizione che il costruttore dimostri all'autorità competente nazionale, prima dell'omologazione, che si può ragionevolmente prevedere che le famiglie di motori interessate presentino caratteristiche analoghe di deterioramento delle emissioni alla luce della progettazione e della tecnologia utilizzate.

Segue un elenco non limitativo delle classificazioni dei modelli e delle tecnologie.

- Motori convenzionali a due tempi senza sistema di post-trattamento.
- Motori convenzionali a due tempi con convertitore in ceramica avente lo stesso materiale attivo e carico e lo stesso numero di celle per cm².
- Motori convenzionali a due tempi con convertitore metallico avente lo stesso materiale attivo e carico, lo stesso substrato e lo stesso numero di celle per cm².
- Motori a due tempi dotati di sistema di evacuazione fumi stratificato.
- Motori a quattro tempi con catalizzatore (definito in precedenza) con la stessa tecnologia valvolare e sistema di lubrificazione identico.

▼ **M2**

— Motori a quattro tempi con catalizzatore con la stessa tecnologia valvolare e sistema di lubrificazione identico.

2. PERIODI DI DURABILITÀ DELLE EMISSIONI (EDP) PER I MOTORI DELLA FASE II

2.1. Al momento dell'omologazione i costruttori dichiarano la categoria di EDP applicabile a ciascuna famiglia di motori. La categoria in questione è la categoria che più si avvicina alla vita utile prevista dell'apparecchiatura nella quale si presume sarà montato il motore, secondo quanto indicato dal costruttore del motore. Il costruttore conserva i dati necessari a giustificare la scelta della categoria di EDP per ciascuna famiglia di motori e, su richiesta, li fornisce all'autorità di omologazione.

2.1.1. *Motori portatili: il costruttore seleziona una categoria di EDP in base alla tabella 1.*

Tabella 1: Categorie di EDP per motori portatili (in ore)

Categoria	1	2	3
Classe SH:1	50	125	300
Classe SH:2	50	125	300
Classe SH:3	50	125	300

2.1.2. *Motori non portatili: il costruttore seleziona una categoria di EDP in base alla tabella 2.*

Tabella 2: Categorie di EDP per motori non portatili (in ore)

Categoria	1	2	3
Classe SN:1	50	125	300
Classe SN:2	125	250	500
Classe SN:3	125	250	500
Classe SN:4	250	500	1 000

2.1.3. Il costruttore deve garantire all'autorità di omologazione che la vita utile dichiarata è adeguata. Fra i dati che giustificano la scelta della categoria di EDP operata dal costruttore per una famiglia di motori possono figurare i seguenti, che non hanno tuttavia carattere limitativo:

- studi sulle vite utili delle apparecchiature sulle quali devono essere installati i motori,
- valutazioni tecniche dei motori invecchiati a seguito di usura normale per accertare il momento in cui le prestazioni del motore si deteriorano fino al punto che, per garantire l'utilità e/o l'affidabilità dello stesso, si renda necessaria la riparazione o la sostituzione,
- dichiarazioni di garanzia e periodi di garanzia,
- materiale di marketing riguardante la vita del motore,
- rapporti sui guasti presentati dagli utilizzatori dei motori, e
- valutazioni tecniche della durabilità, espressa in ore, delle tecnologie, dei materiali o dei progetti specifici dei motori.

▼B

ALLEGATO ►M2 V ◄

▼M2

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CARBURANTE DI RIFERIMENTO PRESCRITTO
PER LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ
DELLA PRODUZIONE**

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD
ACCENSIONE PER COMPRESSIONE

▼B

Nota: Le caratteristiche determinanti che influiscono sulle prestazioni del motore e sulle emissioni allo scarico sono indicate in grassetto.

	Limiti e unità ⁽²⁾	Metodo di prova
Numero di cetano ⁽⁴⁾	min. 45 ⁽⁷⁾ max. 50	ISO 5165
Densità a 15 °C	min. 835 kg/m ³ max. 845 kg/m ³ ⁽¹⁰⁾	ISO 3 675, ASTM D 4 052
Distillazione ⁽³⁾ — punto 95 %	Massimo 370 °C	ISO 3405
Viscosità a 40 °C	Minimo 2,5 mm ² /s Massimo 3,5 mm ² /s	ISO 3104
Tenore di zolfo	Minimo 0,1 % massa ⁽⁹⁾ Massimo 0,2 % massa ⁽⁸⁾	ISO 8754, EN 24260
Punto di infiammabilità	Minimo 55 °C	ISO 2719
Punto di occlusione filtro freddo (CFPP)	Minimo — Massimo + 5 °C	EN 116
Corrosione del rame	Massimo 1	ISO 2160
Carbonio Conradson sul 10 % di residuo	Massimo 0,3 % massa	ISO 10370
Tenore in ceneri	Massimo 0,01 % massa	ASTM D 482 ⁽¹²⁾
Tenore in acqua	Massimo 0,05 % massa	ASTM D 95, D 1744
Indice di neutralizzazione (acido forte)	►M1 ►M2 Massimo ◄ 0,20 mg KOH/g ◄	
Stabilità all'ossidazione ⁽⁵⁾	Massimo 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Additivi ⁽⁶⁾		

Nota 1: Se è richiesto il calcolo dell'efficienza termica di un motore o veicolo, il potere calorifico di un carburante può essere calcolato da:

$$\text{Energia specifica (potere calorifico) (netto)} \\ \text{MJ/kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d_s + 3,17 \cdot d) \times (1 - (x + y + s)) + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x.$$

dove:

d è la densità a 288 K (15 °C)
x è la frazione in massa dell'acqua (% /100)
y è la frazione in massa delle ceneri (% /100)
s è la frazione in massa dello zolfo (% /100).

Nota 2: I valori indicati nella specifica sono «valori effettivi». Per la definizione dei loro valori limite, sono state applicate le condizioni del documento ASTM D 3244 «che definisce una base di discussione per le controversie sulla qualità dei prodotti petroliferi», e per fissare un valore minimo si è tenuto conto di una differenza minima di 2R sopra lo zero; per fissare un valore minimo e uno massimo, la differenza minima è 4R (R = riproducibilità).

Nonostante questo accorgimento, necessario per ragioni statistiche, il produttore di un carburante deve cercare di ottenere un valore zero quando il valore massimo fissato è 2R e un valore medio nel caso siano indicati limiti massimi e minimi. In caso di dubbio sulla conformità di un carburante alle specifiche, si applicano le condizioni ASTM D 3244.

Nota 3: Le cifre riportate indicano le quantità evaporate (percentuale recuperata + percentuale di perdita).

Nota 4: La forcella del cetano non è conforme al requisito di una forcella minima di 4R. Tuttavia, in caso di controversia tra il fornitore e il consumatore del carburante, si possono applicare le condizioni ASTM D 3244, eseguendo misurazioni ripetute fino ad acquisire la necessaria precisione, invece di ricorrere ad una determinazione unica.

Nota 5: Anche se la stabilità all'ossidazione è controllata, è probabile che la durata di inutilizzo sia limitata. Per le condizioni e la durata di immagazzinaggio chiedere istruzioni al fornitore.

Nota 6: Questo carburante deve essere a base esclusivamente di gasolio di prima distillazione e di cracking; è ammessa la desolfurazione. Non deve contenere additivi metallici né miglioratori del numero di cetano.

▼B

Nota 7: Sono ammessi valori inferiori, nel qual caso si deve riportare il numero di cetano del carburante di riferimento usato.

Nota 8: Sono ammessi valori più elevati, nel qual caso si deve riportare il tenore di zolfo del carburante di riferimento.

Nota 9: Questo limite deve essere riesaminato regolarmente alla luce delle tendenze del mercato. ► **M1** Per l'omologazione iniziale di un motore senza dispositivo di post trattamento dei gas di scarico, su istanza del richiedente è ammesso un livello nominale del tenore di zolfo pari a 0,05 % della massa (minimo 0,03 % massa). In tal caso il livello misurato del particolato deve essere corretto adattandolo al valore medio nominale specifico del tenore di zolfo del carburante (0,15 % massa): ◀

$$PT_{adj} = PT + [SFC \times 0,0917 \times (NSLF - FSF)]$$

dove:

PT_{adj} = valore adattato PT (g/kWh)

PT = valore specifico di emissione ponderato misurato per l'emissione di particolato (g/kWh)

SFC = consumo ponderato specifico di carburante (g/kWh) calcolato secondo la formula in appresso

NSLF = valore medio nominale specifico della frazione in massa dello zolfo (0,15 %/100)

FSF = frazione in massa dello zolfo contenuto nel carburante (%/100)

L'equazione per il calcolo del consumo ponderato specifico di carburante è la seguente:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{FUEL,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

dove:

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

Per la valutazione della conformità della produzione ai sensi del punto 5.3.2 dell'allegato I, affinché siano soddisfatte le condizioni si deve usare un carburante di riferimento con un tenore di zolfo conforme ai limiti minimo/massimo di 0,1/0,2 % massa.

Nota 10: Sono ammessi valori più elevati fino a 855 kg/m³, nel qual caso si deve riportare la densità del carburante di riferimento. **Per la valutazione della conformità della produzione ai sensi del punto 5.3.2. dell'allegato I, affinché siano soddisfatte le condizioni si deve usare un carburante di riferimento conforme ai limiti minimo/massimo di 835/845 kg/m³.**

Nota 11: Tutte le caratteristiche del carburante e i valori limite devono essere riesaminati periodicamente alla luce delle tendenze del mercato.

Nota 12 Sostituita dalla norma EN/ISO 6245 a decorrere dalla data di attuazione.

▼M2

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA

Nota: Il carburante impiegato nei motori a due tempi è una miscela di olio lubrificante e di benzina come indicato di seguito. Il rapporto carburante/olio deve essere quello raccomandato dal costruttore, come indicato nell'allegato IV, punto 2.7.

Parametri	Unità di misura	Limiti ⁽¹⁾		Metodo di prova	Pubblicazione
		Minimo	Massimo		
Numero di ottani ricerca (RON)		95,0	—	EN 25164	1 993
Numero di ottani motore (MON)		85,0	—	EN 25 163	1 993
Densità a 15 °C	kg/m ₃	748	762	ISO 3675	1 995
Pressione di vapore Reid	kPa	56,0	60,0	EN 12	1 993
Distillazione:			—		
— Punto di ebollizione iniziale	°C	24	40	EN-ISO 3405	1 988
— Evaporato a 100 °C	% v/v	49,0	57,0	EN-ISO 3405	1 988
— Evaporato a 150 °C	% v/v	81,0	87,0	EN-ISO 3405	1 988
— Punto di ebollizione finale	°C	190	215	EN-ISO 3405	1 988
Residui	%	—	2	EN-ISO 3405	1 988
Analisi degli idrocarburi:	—				—
— Olefine	% v/v	—	10	ASTM D 1319	1 995
— Idrocarburi aromatici	% v/v	28,0	40,0	ASTM D 1319	1 995
— Benzene	% v/v	—	1,0	EN 12177	1 998
— Saturi	% v/v	—	saldo	ASTM D 1319	1 995
Rapporto carbonio/idrogeno		rapporto	rapporto		
Stabilità all'ossidazione ⁽²⁾	min	480	—	EN-ISO 7536	1 996
Tenore di ossigeno	% m/m	—	2,3	EN 1601	1 997
Gomma esistente	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246	1 997
Tenore di zolfo	mg/kg	—	100	EN-ISO 14596	1 998
Corrosione rame a 50 °C		—	1	EN-ISO 2160	1 995
Tenore di piombo	g/l	—	0,005	EN 237	1 996
Tenore di fosforo	g/l	—	0,0013	ASTM D 3231	1 994

Nota 1: I valori indicati nelle specifiche sono «valori effettivi». Per stabilire i loro valori limite sono state applicate le condizioni della norma ISO 4259, «Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test», e nel fissare un valore minimo si è tenuto conto di una differenza minima di 2R sopra lo zero; nel fissare un valore massimo e uno minimo la differenza minima è 4R (R = riproducibilità). Nonostante questi calcoli, necessari per ragioni statistiche, il produttore di un carburante deve comunque mirare ad un valore zero quando il valore massimo stabilito è 2R e al valore medio quando siano indicati limite massimo e limite minimo. In caso di dubbio sulla conformità di un carburante alle specifiche, si applicano le disposizioni della norma ISO 4259.

▼ M2

Nota 2: Il carburante può contenere inibitori dell'ossidazione e disattivanti metallici normalmente impiegati per stabilizzare flussi di benzina in raffineria; è vietato aggiungere detergenti/additivi dispersivi e oli solventi.

ANNEX ► **M2** VI ◄1. **SISTEMA ANALITICO E DI CAMPIONAMENTO****SISTEMI DI CAMPIONAMENTO PER SOSTANZE GASSOSE E PARTICELLE**

Figura n.	Descrizione
2	Sistema di analisi del gas di scarico grezzo
3	Sistema di analisi del gas di scarico diluito
4	Campionamento frazionario a flusso parziale, flusso isocinetico, controllo tramite ventola di aspirazione
5	Campionamento frazionario a flusso parziale, flusso isocinetico, controllo tramite ventola di pressione
6	Campionamento frazionario a flusso parziale, controllo tramite CO ₂ o NO _x
7	Campionamento totale a flusso parziale, CO ₂ e bilancio carbonio
8	Campionamento frazionario a flusso parziale, Venturi singolo e misura della concentrazione
9	Campionamento frazionario a flusso parziale, Venturi o orifici gemelli e misura della concentrazione
10	Campionamento frazionario a flusso parziale, suddivisione su tubi multipli e misura della concentrazione
11	Campionamento totale a flusso parziale, controllo di flusso
12	Campionamento frazionario a flusso parziale, controllo di flusso
13	Campionamento frazionario a flusso pieno, pompa volumetrica o Venturi a portata critica
14	Sistema di campionamento del particolato
15	Sistema di diluizione per il sistema a flusso pieno.

1.1. **Determinazione delle emissioni gassose**

Il punto 1.1.1 e le figure 2 e 3 contengono la descrizione dettagliata dei sistemi di campionamento e analisi raccomandati. Poiché varie configurazioni possono fornire risultati equivalenti, non è richiesta una stretta conformità a queste figure. Si possono utilizzare componenti addizionali, come strumenti, valvole, solenoidi, pompe e interruttori, per ottenere informazioni supplementari e coordinare le funzioni dei sistemi componenti. Altri componenti che non sono necessari per mantenere la precisione di alcuni sistemi possono essere esclusi se la loro esclusione è basata su un giudizio di buona ingegneristica.

1.1.1. *Componenti gassosi dello scarico CO, CO₂, HC, NO_x*

Viene descritto un sistema d'analisi per la determinazione delle emissioni gassose nel gas di scarico o diluito, basato sull'uso di:

- analizzatore HFID per la misura degli idrocarburi;
- analizzatore NDIR per la misura del monossido di carbonio e del biossido di carbonio;
- analizzatore HCLD o equivalente per la misura degli ossidi d'azoto.

Per il gas di scarico grezzo (vedi figura 2), il campione può essere prelevato per tutti i componenti con una sonda di campionamento o con due sonde di campionamento disposte in stretta vicinanza e suddiviso internamente verso i differenti analizzatori. Occorre evitare che si verifichino condensazioni dei componenti dello scarico (incluso acqua e acido solforico) in alcun punto del sistema d'analisi.

Per il gas di scarico diluito (vedi figura 3), il campione per gli idrocarburi deve essere prelevato con una sonda differente dalla sonda di

▼B

campionamento utilizzata per gli altri componenti. Occorre evitare che si verifichino condensazioni dei componenti dello scarico (incluso acqua e acido solforico) in alcun punto del sistema d'analisi.

▼B

Figura 2

Schema di flusso del sistema di analisi del gas di scarico per CO,
NO_x e HC

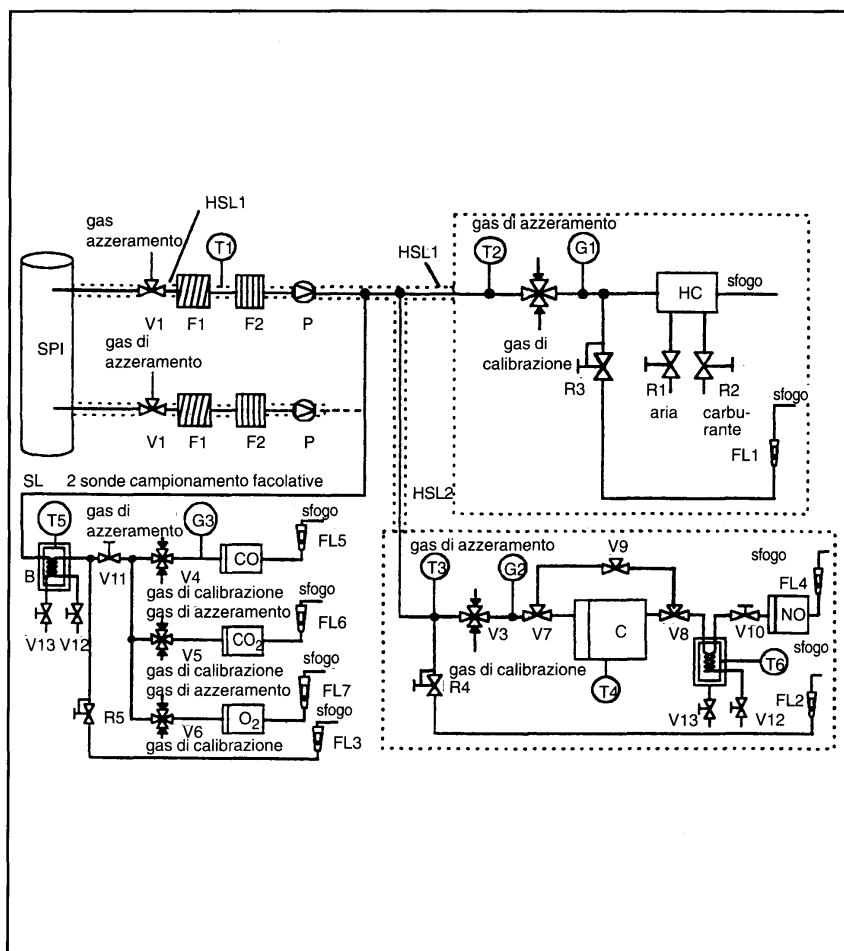
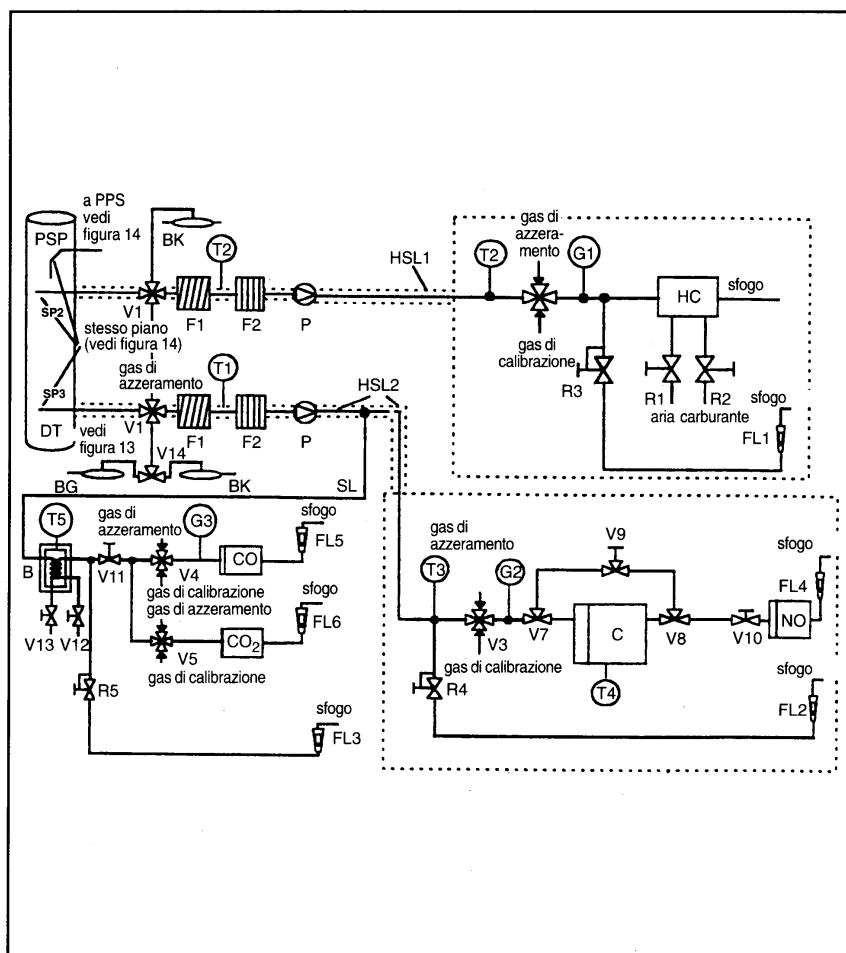




Figura 3

**Schema di flusso del sistema di analisi dei gas di scarico diluiti per
CO, CO₂, NO_x e HC**



Descrizioni — Figure 2 e 3

Nota generale:

Tutti i componenti sul percorso del gas prelevato devono essere mantenuti alla temperatura specificata per i rispettivi sistemi.

- Sonda di campionamento del gas di scarico grezzo SP1 (solo figura 2)

Si raccomanda una sonda dritta di acciaio inossidabile con l'estremità chiusa e a fori multipli. Il diametro interno non deve essere maggiore del diametro interno della linea di campionamento. Lo spessore della parete della sonda deve essere non superiore a 1 mm. Prevedere almeno tre fori in differenti piani radiali, dimensionati in modo da campionare flussi approssimativamente uguali. La sonda deve coprire almeno l'80 % del diametro del tubo di scarico.

- Sonda di campionamento di HC del gas di scarico diluito SP2 (solo figura 3)

La sonda deve:

- essere definita come primo tratto, lungo da 254 a 762 mm, della linea di campionamento degli idrocarburi (HSL3);
- avere un diametro interno di almeno 5 mm;
- essere installata nella galleria di diluizione DT (punto 1.2.1.2) in un punto in cui l'aria di diluizione e il gas di scarico sono ben miscelati (cioè circa 10 diametri della galleria a valle del punto in cui lo scarico entra nella galleria di diluizione);
- essere sufficientemente distante (radialmente) da altre sonde e dalla parete della galleria per non subire influenze di scie o elementi vorticosi;

▼B

- essere riscaldata in modo da innalzare la temperatura della corrente gassosa a $463\text{ K } (190\text{ °C}) \pm 10\text{ K}$ all'uscita della sonda.
- *Sonda di campionamento di CO , CO_2 , NO_x del gas di scarico diluito SP3* (solo figura 3)

La sonda deve:

- essere nello stesso piano di SP2;
- essere sufficientemente distante (radialmente) da altre sonde e dalla parete della galleria per non subire influenze di scie o elementi vorticosi;
- essere isolata e riscaldata sulla sua intera lunghezza ad una temperatura non inferiore a $328\text{ K } (55\text{ °C})$ per impedire la condensazione dell'acqua.

- *Linea di campionamento riscaldata HSL1*

La linea di campionamento fornisce il gas prelevato da una singola sonda al punto/i di divisione e all'analizzatore HC.

La linea di campionamento deve:

- avere un diametro interno non inferiore a 5 mm e non superiore a 13,5 mm;
- essere di acciaio inossidabile o PTFE;
- mantenere una temperatura di parete di $463\text{ K } (190\text{ °C}) \pm 10\text{ K}$, misurata su ciascuna sezione riscaldata separatamente controllata, se la temperatura del gas di scarico sulla sonda di campionamento è uguale o minore di $463\text{ K } (190\text{ °C})$;
- mantenere una temperatura di parete maggiore di $453\text{ K } (180\text{ °C})$ se la temperatura del gas di scarico sulla sonda di campionamento è superiore a $463\text{ K } (190\text{ °C})$;
- mantenere una temperatura del gas di $463\text{ K } (190\text{ °C}) \pm 10\text{ K}$ immediatamente a monte del filtro riscaldato (F2) e dell'analizzatore HFID.

- *Linea di campionamento dei NO_x riscaldata HSL2*

La linea di campionamento deve:

- mantenere una temperatura di parete da 328 a $473\text{ K } (55\text{-}200\text{ °C})$ fino al convertitore, se si usa un bagno di raffreddamento, o fino all'analizzatore, se non si usa il bagno di raffreddamento;
- essere di acciaio inossidabile o PTFE;

Poiché la linea di campionamento deve essere riscaldata solo allo scopo di impedire la condensazione dell'acqua e dell'acido solforico, la temperatura della linea di campionamento dipenderà dal tenore di zolfo del carburante.

- *Linea di campionamento per CO (CO_2) SL*

La linea deve essere fatta di PTFE o acciaio inossidabile e può essere riscaldata o non riscaldata.

- *Sacco campionamento del fondo BK* (facoltativo; solo figura 3)

Per la misura delle concentrazioni di fondo.

- *Sacco del campione BG* (facoltativo; figura 3, solo CO e CO_2)

Per la misura delle concentrazioni del campione.

- *Prefiltro riscaldato F1* (facoltativo)

La temperatura deve essere uguale a quella di HSL1.

- *Filtro riscaldato F2*

Il filtro deve estrarre eventuali particelle solide dal campione di gas prima dell'analizzatore. La temperatura deve essere uguale a quella di HSL1. Cambiare il filtro quando necessario.

- *Pompa di campionamento riscaldata P*

La pompa deve essere riscaldata alla temperatura di HSL1.

- *HC*

Rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) per la determinazione degli idrocarburi. La temperatura deve essere mantenuta tra 453 e $473\text{ K } (180\text{-}200\text{ °C})$.

- *CO , CO_2*

Analizzatori NDIR per la determinazione del monossido di carbonio e del biossido di carbonio.

- *NO_2*

Analizzatore (H)CLD per la determinazione degli ossidi d'azoto. Se si utilizza un HCLD, mantenerlo ad una temperatura da 328 a $473\text{ K } (55\text{-}200\text{ °C})$.

- *Convertitore C*

Usare un convertitore per la riduzione catalitica di NO_2 -NO prima dell'analisi nel CLD o HCLD.

▼B

- *Bagno di raffreddamento B*
Per raffreddare e condensare l'acqua dal campione di gas di scarico. Il bagno deve essere mantenuto ad una temperatura da 273 a 277 K (0-4 °C) mediante ghiaccio o mediante refrigerazione. Questo bagno è facoltativo se l'analizzatore non subisce interferenza dal vapore acqueo, come determinato nell'allegato III, appendice 3, punti 1.9.1 e 1.9.2.
Non sono ammessi essiccatori chimici per rimuovere l'acqua dal campione.
- *Sensori di temperatura T1, T2, T3*
Per il controllo della temperatura della corrente gassosa.
- *Sensore di temperatura T4*
Temperatura del convertitore NO₂-NO.
- *Sensore di temperatura T5*
Per il controllo della temperatura del bagno di raffreddamento.
- *Manometri G1, G2, G3*
Per la misura della pressione nelle linee di campionamento.
- *Regolatori di pressione R1, R2*
Per il controllo della pressione dell'aria e del carburante, rispettivamente, per l'HFID.
- *Regolatori di pressione R3, R4, R5*
Per il controllo della pressione nelle linee di campionamento e nella corrente che fluisce verso gli analizzatori.
- *Flussimetri FL1, FL2, FL3*
Per il controllo del flusso nel bypass del campione.
- *Flussimetri da FL4 a FL7 (facoltativi)*
Per il controllo della portata attraverso gli analizzatori.
- *Valvole di selezione V1-V6*
Valvolame adatto per selezionare il flusso di gas campione, gas di calibrazione o gas di azzeramento all'analizzatore.
- *Valvole a solenoide V7, V8*
Per bypassare il convertitore NO₂-NO.
- *Valvola ad ago V9*
Per bilanciare il flusso attraverso il convertitore NO₂-NO e il bypass.
- *Valvole ad ago V10, V11*
Per la regolazione dei flussi agli analizzatori.
- *Valvole a scatto V12, V13*
Per il drenaggio della condensa dal bagno B.
- *Valvola selettiva V14*
Per la selezione tra sacco del campione e sacco del fondo.

1.2. Determinazione del particolato solido inquinante

I punti 1.2.1 e 1.2.2 e le figure da 4 a 15 contengono la descrizione dettagliata dei sistemi di diluizione e campionamento raccomandati. Poiché varie configurazioni possono fornire risultati equivalenti, non è richiesta una stretta conformità a queste figure. Si possono utilizzare componenti addizionali, come strumenti, valvole, solenoidi, pompe e interruttori, per ottenere informazioni supplementari e coordinare le funzioni dei sistemi componenti. Altri componenti che non sono necessari per mantenere la precisione di alcuni sistemi possono essere esclusi se la loro esclusione è basata su un giudizio di buona pratica ingegneristica.

1.2.1. Sistema di diluizione

1.2.1.1. Sistema di diluizione a flusso parziale (figure da 4 a 12)

Viene descritto un sistema di diluizione basato sulla diluizione di una parte della corrente di gas di scarico. La divisione della corrente di gas di scarico e il successivo processo di diluizione possono essere effettuati mediante sistemi di diluizione di differente tipo. Per la successiva raccolta del particolato, si può trasferire al sistema di campionamento del particolato l'intero gas di scarico diluito o solo una frazione dello stesso (punto 1.2.2, figura 14). Il primo metodo è detto *metodo di campionamento totale*, il secondo *metodo di campionamento frazionario*.

Il calcolo del rapporto di diluizione dipende dal tipo di sistema usato. Sono raccomandati i tipi seguenti:

- *Sistemi isocinetici* (figure 4 e 5)

▼B

Con questi sistemi, il flusso che entra nel condotto di trasferimento deve concordare con il flusso principale di gas di scarico per quanto riguarda la velocità e/o la pressione del gas e pertanto richiede un flusso uniforme e regolare del gas di scarico in corrispondenza della sonda di campionamento. Normalmente ciò viene ottenuto utilizzando un risonatore e un condotto di avvicinamento rettilineo a monte del punto di campionamento. Il rapporto di divisione viene poi calcolato in base a valori facilmente misurabili, come i diametri dei tubi. Si noti che le condizioni isocinetiche vengono usate solo per far concordare le condizioni di flusso, ma non la distribuzione delle dimensioni. Tipicamente questa ultima condizione non è necessaria perché il particolato è sufficientemente piccolo da seguire i filetti fluidi.

- *Sistemi a controllo di flusso con misura della concentrazione* (figure da 6 a 10)

Con questi sistemi, si preleva un campione dalla massa della corrente di gas di scarico regolando il flusso dell'aria di diluizione e il flusso totale dello scarico di diluizione. Il rapporto di diluizione viene determinato dalle concentrazioni di gas traccianti, come CO_2 o NO_x , presenti naturalmente nello scarico del motore. Le concentrazioni nel gas di scarico di diluizione e nell'aria di diluizione sono misurate, mentre la concentrazione nel gas di scarico grezzo può essere misurata direttamente o determinata in base al flusso di carburante e all'equazione del bilancio del carbonio, se è nota la composizione del carburante. I sistemi possono essere controllati in base al rapporto di diluizione calcolato (figure 6 e 7) oppure in base al flusso entrante nel condotto di trasferimento (figure 8, 9 e 10).

- *Sistemi a controllo di flusso con misura del flusso* (figure 11 e 12)

Con questi sistemi, si preleva un campione dalla massa della corrente di gas di scarico fissando la portata dell'aria di diluizione e la portata totale del gas di scarico diluito. Il rapporto di diluizione viene determinato in base alla differenza delle due portate. Occorre un'accurata taratura dei due flussimetri uno rispetto all'altro perché la grandezza relativa delle due portate può essere causa di errori significativi a rapporti di diluizione superiori (figura 9 e successive). Il controllo del flusso è immediato se si mantiene costante la portata dello scarico diluito e si varia la portata dell'aria di diluizione, se necessario.

Al fine di realizzare i vantaggi dei sistemi di diluizione a flusso parziale, occorre evitare i potenziali problemi di perdita di particolato nel condotto di trasferimento assicurando che dallo scarico del motore venga prelevato un campione rappresentativo ed è necessario determinare il rapporto di divisione.

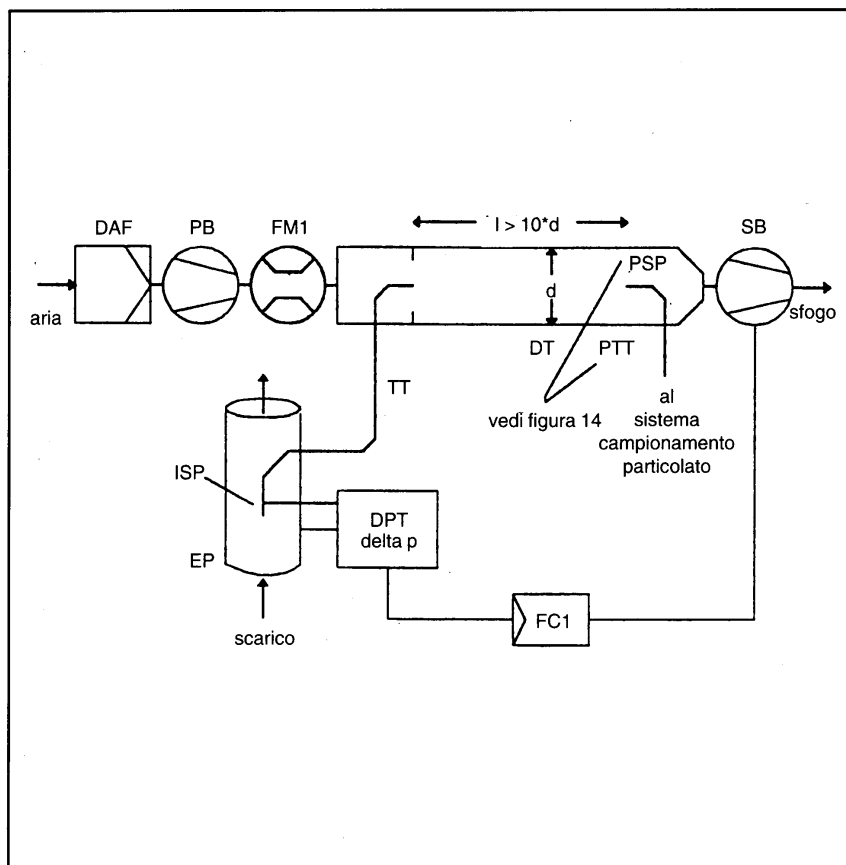
Nei sistemi descritti questi punti critici sono attentamente considerati.

▼B

Figura 4

Sistema di diluizione a flusso parziale con sonda isocinetica e campionamento frazionario

(Controllo tramite SB)



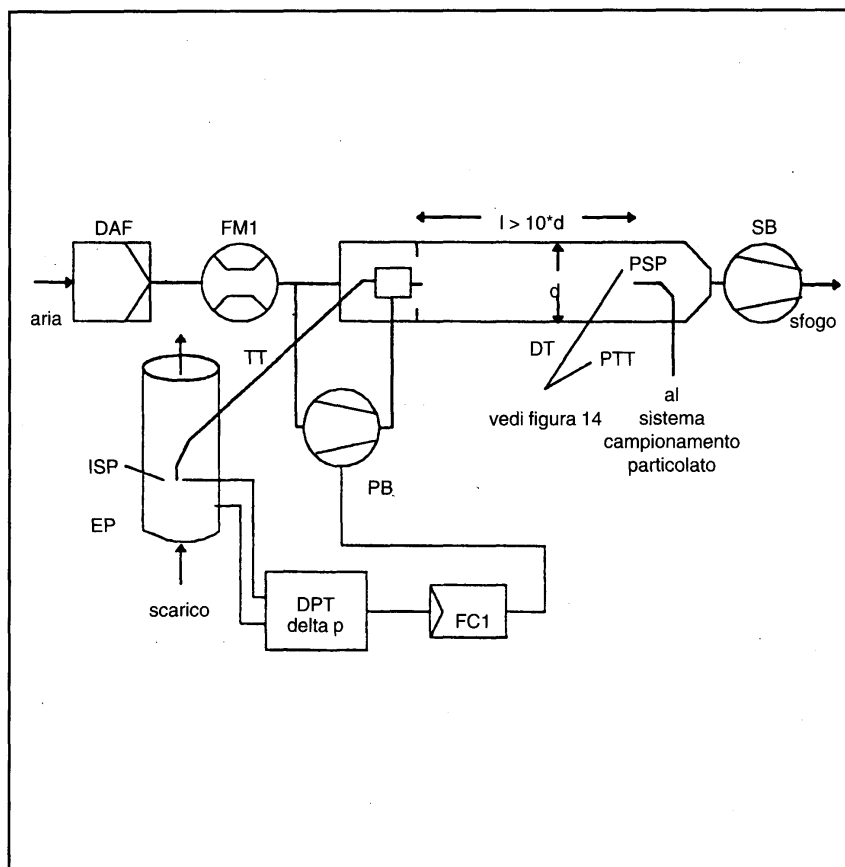
Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico a EP e poi alla galleria di diluizione DT attraverso il condotto di trasferimento TT mediante la sonda di campionamento isocinetico ISP. La pressione differenziale del gas di scarico tra il condotto di scarico e l'ingresso della sonda viene misurata con il trasduttore di pressione DPT. Questo segnale viene trasmesso al controllore di flusso FC1 che controlla la ventola di aspirazione SB in modo da mantenere una pressione differenziale di zero sulla punta della sonda. In queste condizioni, le velocità dei gas di scarico in EP e ISP sono uguali e il flusso attraverso ISP e TT è una frazione (divisione) costante del flusso di gas di scarico. Il rapporto di divisione è determinato dalle aree in sezione trasversale di EP e ISP. La portata dell'aria di diluizione viene misurata con il dispositivo di misurazione del flusso FM1. Il rapporto di diluizione è calcolato in base alla portata dell'aria di diluizione e al rapporto di divisione.

▼B

Figura 5

Sistema di diluizione a flusso parziale con sonda isocinetica e campionamento frazionario

(Controllo tramite PB)

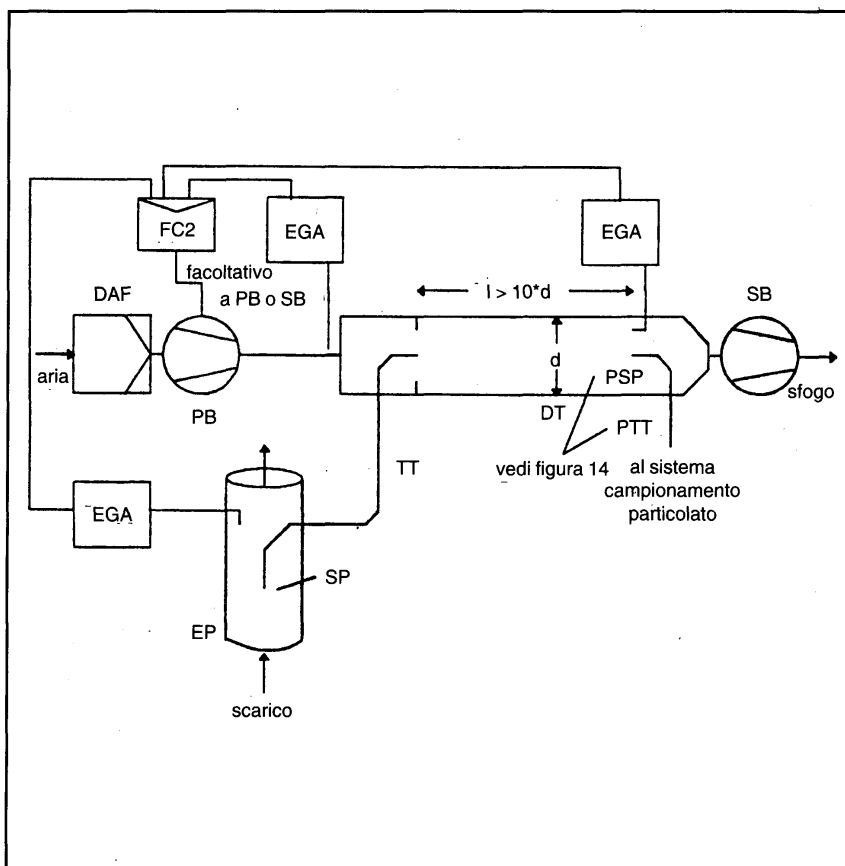


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso il condotto di trasferimento TT mediante la sonda di campionamento isocinetico ISP. La pressione differenziale del gas di scarico tra il condotto di scarico e l'ingresso della sonda viene misurata con il trasduttore di pressione DPT. Questo segnale viene trasmesso al controllore di flusso FC1 che controlla la ventola a pressione PB per mantenere una pressione differenziale di zero sulla punta della sonda. Questo si effettua prelevando una piccola frazione dell'aria di diluizione, la cui portata è già stata misurata con il dispositivo di misurazione del flusso FM1, e alimentandola a TT mediante un orificio pneumatico. In queste condizioni, le velocità dei gas di scarico in EP e ISP sono uguali e il flusso attraverso ISP e TT è una frazione (divisione) costante del flusso di gas di scarico. Il rapporto di divisione è determinato dalle aree delle sezioni trasversali di EP e ISP. L'aria di diluizione viene aspirata attraverso DT mediante la ventola di aspirazione SB, e la portata viene misurata con FM1 all'ingresso di DT. Il rapporto di diluizione viene calcolato in base alla portata dell'aria di diluizione e al rapporto di divisione.

▼B

Figura 6

Sistema di diluizione a flusso parziale con misura della concentrazione di CO_2 o NO_x e campionamento frazionario

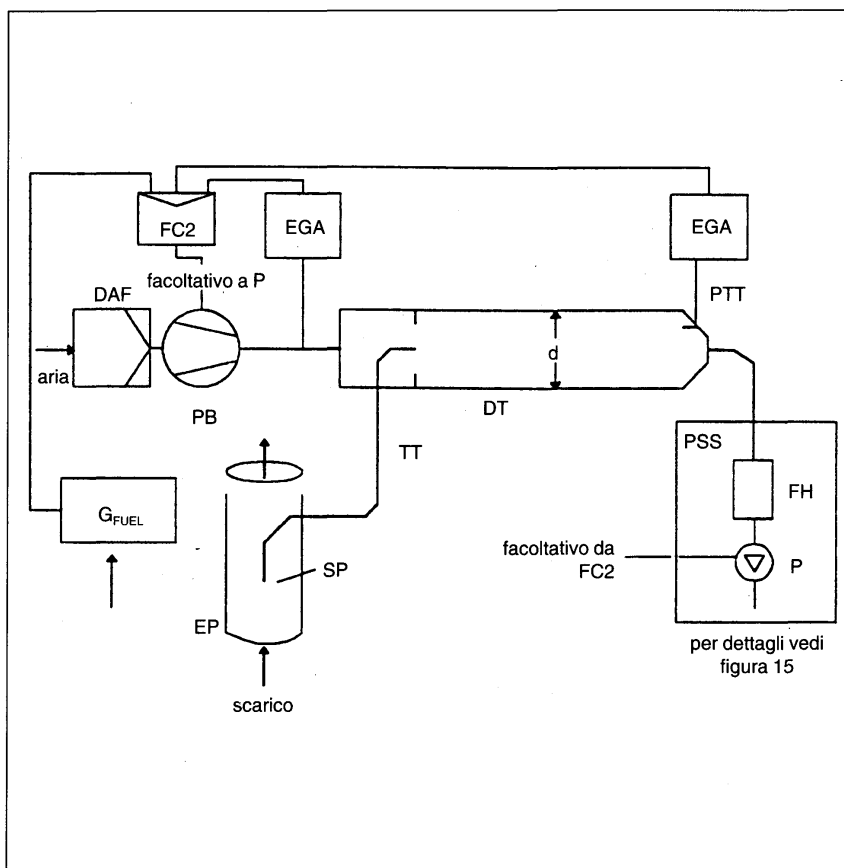


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT. Le concentrazioni di un gas tracciante (CO_2 o NO_x) vengono misurate nel gas di scarico grezzo e in quello diluito e inoltre nell'aria di diluizione con l'analizzatore/i dei gas di scarico EGA. Questi segnali vengono trasmessi al controllore di flusso FC2 che controlla la ventola di pressione PB o la ventola di aspirazione SB per mantenere i desiderati rapporti di divisione dello scarico e di diluizione in DT. Il rapporto di diluizione viene calcolato dalle concentrazioni del gas tracciante nel gas di scarico grezzo, nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione.

▼B

Figura 7

Sistema di diluizione a flusso parziale con misura della concentrazione di CO_2 , bilancio del carbonio e campionamento totale

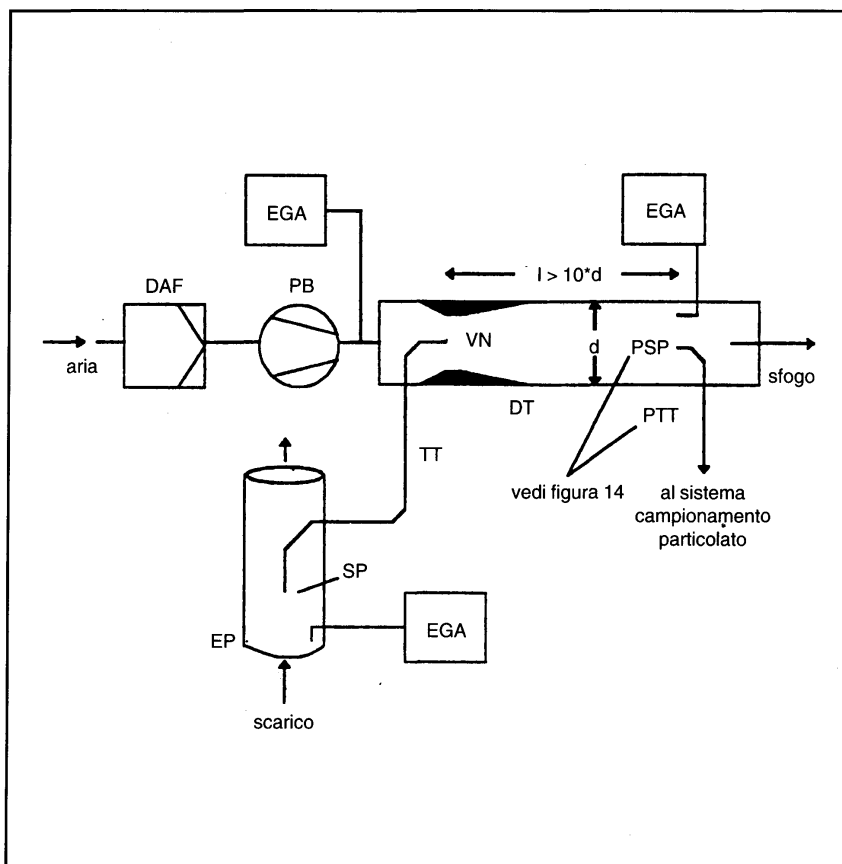


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT. Le concentrazioni di CO_2 vengono misurate nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione con l'analizzatore/i dei gas di scarico EGA. I segnali di CO_2 e di flusso di carburante G_{FUEL} vengono trasmessi al controllore di flusso FC2 o al controllore di flusso FC3 del sistema di campionamento del particolato (vedi figura 14). FC2 controlla la ventola di pressione PB, mentre FC3 controlla il sistema di campionamento del particolato (vedi figura 14), aggiustando in questo modo i flussi in ingresso e in uscita del sistema in modo da mantenere il desiderato rapporto di divisione dello scarico e di diluizione in DT. Il rapporto di diluizione viene calcolato in base alle concentrazioni di CO_2 e da G_{FUEL} assumendo valido il bilancio del carbonio.

▼B

Figura 8

Sistema di diluizione a flusso parziale con Venturi singolo, misura della concentrazione e campionamento frazionario

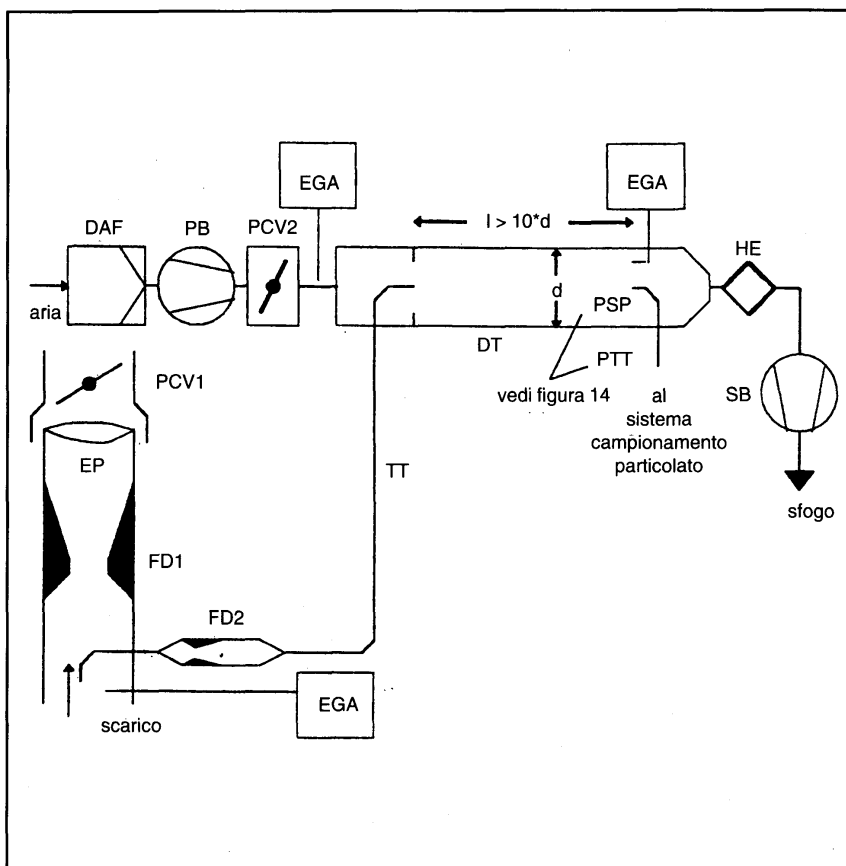


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT grazie alla pressione negativa creata dal tubo di Venturi VN in DT. La portata del gas attraverso TT dipende dallo scambio di quantità di moto nella zona del tubo di Venturi ed è pertanto influenzata dalla temperatura assoluta del gas all'uscita di TT. Di conseguenza, la divisione dello scarico per una data portata nella galleria non è costante e il rapporto di diluizione a basso carico è leggermente inferiore di quello a carico elevato. Le concentrazioni del gas tracciante (CO_2 o NO_x) vengono misurate nel gas di scarico grezzo, nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione con l'analizzatore/i del gas di scarico EGA, e il rapporto di diluizione viene calcolato in base ai valori così misurati.

▼B

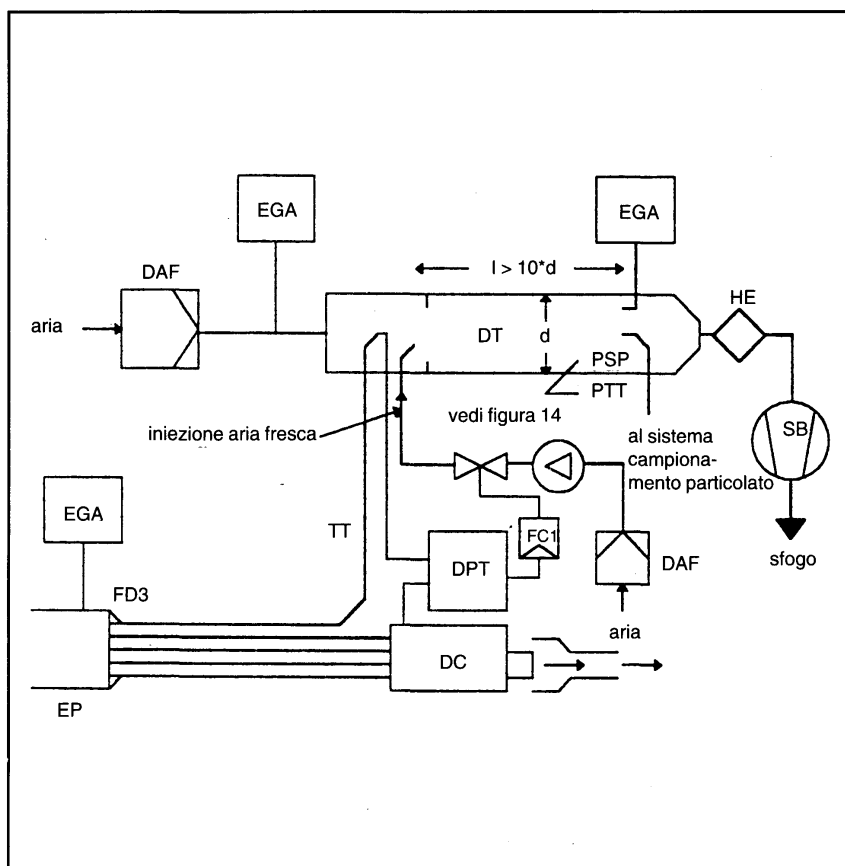
Figura 9

Sistema di diluizione a flusso parziale con Venturi gemelli o orifici gemelli, misura della concentrazione e campionamento frazionario



Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT mediante un divisore di flusso che contiene una serie di orifici o tubi di Venturi. Il primo (FD1) è disposto in EP, il secondo (FD2) in TT. In aggiunta, occorrono due valvole di controllo della pressione (PCV1 e PCV2) per mantenere una divisione costante dello scarico mediante il controllo della contropressione in EP e della pressione in DT. PCV1 è disposta a valle di SP in EP, PCV2 è disposta tra la ventola di pressione PB e DT. Le concentrazioni dei gas traccianti (CO_2 o NO_x) vengono misurate nel gas di scarico grezzo, nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione con l'analizzatore/i dei gas di scarico EGA. Queste concentrazioni sono necessarie per controllare la divisione dello scarico e possono essere utilizzate per regolare PCV1 e PCV2 ai fini di un controllo preciso della divisione. Il rapporto di diluizione è calcolato in base alle concentrazioni del gas tracciante.

Sistema di diluizione a flusso parziale con divisione a tubi multipli, misura della concentrazione e campionamento frazionario

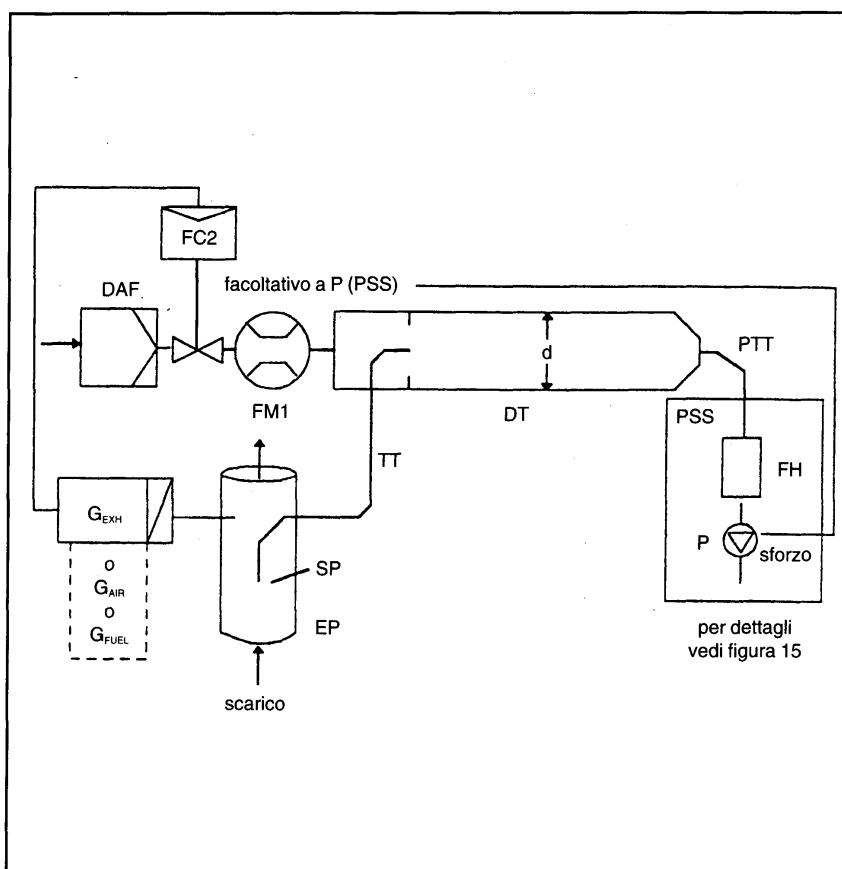


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso il condotto di trasferimento TT mediante il divisore di flusso FD3 che è costituito da un certo numero di tubi delle stesse dimensioni (diametro, lunghezza e raggio del letto uguali) installati in EP. Il gas di scarico che passa attraverso uno di questi tubi viene inviato a DT e il gas di scarico che passa attraverso il resto dei tubi viene fatto passare attraverso la camera di attenuazione DC. Quindi la divisione dello scarico è determinata dal numero totale di tubi. Un controllo costante della divisione richiede una pressione differenziale pari a zero tra DC e l'uscita di TT, che viene misurata con il trasduttore di pressione differenziale DPT. Si ottiene una pressione differenziale di zero iniettando aria fresca in DT all'uscita di TT. Le concentrazioni del gas tracciante (CO_2 o NO_x) vengono misurate nel gas di scarico grezzo, nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione con l'analizzatore/i dei gas di scarico EGA. Queste concentrazioni sono necessarie per controllare la divisione dello scarico e possono essere utilizzate per controllare la portata dell'aria di iniezione ai fini di un preciso controllo della divisione. Il rapporto di diluizione è calcolato dalle concentrazioni del gas tracciante.

▼B

Figura 11

Sistema di diluizione a flusso parziale con controllo di flusso e campionamento totale

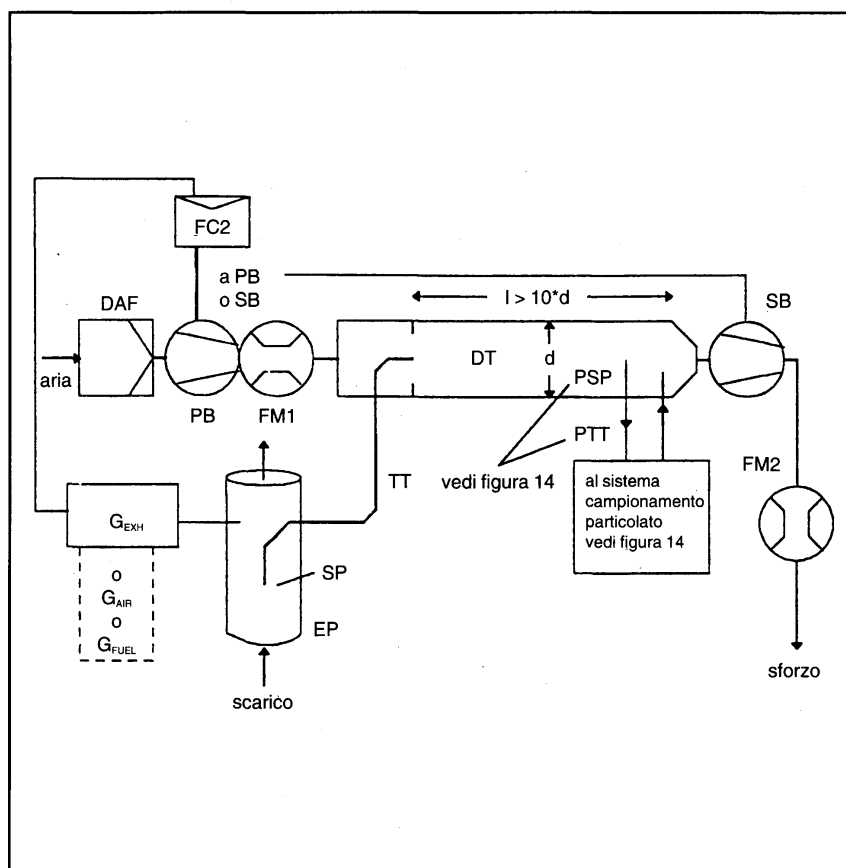


Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT. Il flusso totale attraverso la galleria viene regolato con il controllore di flusso FC3 e la pompa di campionamento P del sistema di campionamento del particolato (vedi figura 16). La portata dell'aria di diluizione viene controllata mediante il controllore di flusso FC2, che può utilizzare G_{EXH} , G_{AIR} , o G_{FUEL} come segnale di comando, per ottenere la desiderata divisione dello scarico. Il flusso del campione in DT è la differenza tra la portata totale e la portata dell'aria di diluizione. La portata dell'aria di diluizione viene misurata con il dispositivo di misurazione del flusso FM1, la portata totale con il dispositivo di misurazione del flusso FM3 del sistema di campionamento del particolato (vedi figura 14). Il rapporto di diluizione viene calcolato in base a queste due portate.

▼B

Figura 12

Sistema di diluizione a flusso parziale con controllo del flusso e campionamento frazionario



Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP alla galleria di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT. La divisione dello scarico e il flusso entrante in DT vengono controllati mediante il controllore di flusso FC2 che regola le portate (o velocità) della ventola di pressione PB e della ventola di aspirazione SB. Ciò è possibile perché il campione prelevato con il sistema di campionamento del particolato viene rinviato in DT. Come segnali di comando per FC2 si possono utilizzare G_{EXH} , G_{AIR} o G_{FUEL} . La portata dell'aria di diluizione viene misurata con il dispositivo di misurazione del flusso FM1, il flusso totale con il dispositivo di misurazione del flusso FM2. Il rapporto di diluizione viene calcolato in base a queste due portate.

Descrizione — Figure da 4 a 12

— Condotto di scarico EP

Il condotto di scarico può essere isolato. Allo scopo di ridurre l'inerzia termica del condotto di scarico, si raccomanda un rapporto spessore su diametro minore o uguale a 0,015. Limitare l'uso di sezioni flessibili a un rapporto lunghezza su diametro minore o uguale a 12. Minimizzare le curve per ridurre la deposizione per inerzia. Se il sistema include un silenziatore del banco di prova, anche il silenziatore può essere isolato.

Per un sistema isocinetico, il condotto di scarico non deve avere gomiti, curve né cambiamenti bruschi di diametro per almeno sei diametri del condotto a monte e tre diametri del condotto a valle della punta della sonda. La velocità del gas nella zona di campionamento deve essere maggiore di 10 m/s, salvo al minimo. Le oscillazioni di pressione del gas di scarico non devono superare in media ± 500 Pa. Qualsiasi misura attuata per ridurre le oscillazioni di pressione a parte l'utilizzo di un sistema di scarico del tipo a telaio (incluente il silenziatore e il dispositivo di post-trattamento) non deve modificare le prestazioni del motore né provocare la deposizione di particolato.

▼B

Per sistemi senza sonde isocinetiche, usare un condotto rettilineo di sei diametri del condotto a monte e tre diametri del condotto a valle della punta della sonda.

— *Sonda di campionamento SP* (figure da 6 a 12)

Il diametro interno minimo è 4 mm. Il rapporto minimo tra i diametri del condotto di scarico e della sonda è quattro. La sonda deve essere un condotto aperto rivolto verso monte sull'asse del condotto di scarico, oppure una sonda a fori multipli come descritto sotto SP1 nel punto 1.1.1.

— *Sonda di campionamento isocinetico ISP* (figure 4 e 5)

La sonda di campionamento isocinetico deve essere installata rivolta verso monte sull'asse del condotto di scarico dove sono rispettate le condizioni di flusso indicate nella sezione EP e progettata in modo da assicurare un campione proporzionale del gas di scarico grezzo. Il diametro interno minimo è di 12 mm.

È necessario un sistema di controllo per la divisione isocinetica dello scarico mantenendo una pressione differenziale di zero tra EP e ISP. In queste condizioni, le velocità dei gas di scarico in EP e ISP sono identiche e il flusso di massa attraverso ISP è una frazione costante del flusso del gas di scarico. L'ISP deve essere collegata ad un trasduttore di pressione differenziale. Allo scopo di fornire una pressione differenziale pari a zero tra EP e ISP, si agisce sulla velocità della ventola o sul controllore di flusso.

— *Divisori di flusso FD1, FD2* (figura 9)

Nel condotto di scarico EP e nel condotto di trasferimento TT, rispettivamente, è installata una serie di tubi di Venturi o di orifici allo scopo di ottenere un campione proporzionale del gas di scarico grezzo. Per la divisione proporzionale mediante il controllo delle pressioni in EP e DT è necessario un sistema di controllo costituito da due valvole di controllo della pressione PCV1 e PCV2.

— *Divisore di flusso FD3* (figura 10)

Nel condotto di scarico EP è installata una serie di tubi (unità a tubi multipli) che forniscono un campione proporzionale del gas di scarico grezzo. Uno dei tubi alimenta il gas di scarico alla galleria di diluizione DT, mentre gli altri tubi trasferiscono il gas di scarico in una camera di attenuazione DC. I tubi devono avere le stesse dimensioni (diametro, lunghezza e raggio di curvatura uguali) in modo che la divisione dello scarico dipenda dal numero totale di tubi. Un sistema di controllo provvede alla divisione proporzionale mantenendo una pressione differenziale pari a zero tra l'uscita dell'unità a tubi multipli in DC e l'uscita di TT. In queste condizioni, le velocità dei gas di scarico in EP e FD3 sono proporzionali e il flusso TT è una frazione costante del flusso di gas di scarico. I due punti devono essere collegati ad un trasduttore di pressione differenziale DPT. Il controllo per assicurare una pressione differenziale pari a zero è assicurato dal controllore di flusso FC1.

— *Analizzatore dei gas di scarico EGA* (figure da 6 a 10)

Si possono utilizzare analizzatori di CO_2 o NO_x (con il metodo del bilancio del carbonio solo CO_2). Gli analizzatori devono essere calibrati come gli analizzatori per la misura delle emissioni gassose. Si possono usare uno o più analizzatori per determinare le differenze di concentrazione.

La precisione dei sistemi di misurazione deve essere tale che la precisione di $G_{\text{EDFW},i}$ o $V_{\text{EDFW},i}$ rientri nel $\pm 4\%$.

— *Condotto di trasferimento TT* (figure da 4 a 12)

Il condotto di trasferimento del campione di particolato deve:

- essere il più breve possibile e comunque non più lungo di 5 m;
- avere un diametro uguale o maggiore della sonda, ma non superiore a 25 mm;
- uscire sulla linea mediana della galleria di diluizione e rivolto verso valle.

Se la lunghezza del tubo è di 1 metro o inferiore, il condotto deve essere isolato con materiale avente una conducibilità termica non superiore a $0,05 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ con uno spessore radiale dell'isolamento pari al diametro della sonda. Se il condotto è più lungo di 1 m, deve essere isolato e riscaldato ad una temperatura minima della parete di 523 K (250 °C).

In alternativa, le temperature di parete del condotto di trasferimento richieste possono essere determinate attraverso normali calcoli di trasmissione del calore.

— *Trasduttore di pressione differenziale DPT* (figure 4, 5 e 10)

▼B

Il trasduttore di pressione differenziale deve coprire un intervallo di ± 500 Pa o meno.

— *Controllore di flusso FC1* (figure 4, 5 e 10)

Per i sistemi isocinetici (figure 4 e 5) è necessario un controllore di flusso per mantenere una pressione differenziale pari a zero tra EP e ISP. La regolazione può essere effettuata mediante:

- a) controllo della velocità o della portata sulla ventola di aspirazione (SB) e mantenimento di una costante velocità della ventola di pressione (PB) durante ciascuna modalità (figura 4);
- o:
- b) regolazione della ventola di aspirazione (SB) su una portata di massa costante dello scarico diluito e controllo della portata sulla ventola di pressione PB, e quindi del flusso del campione di gas di scarico in una regione all'estremità del condotto di trasferimento (TT) (figura 5).

Nel caso di un sistema a controllo di pressione, l'errore residuo nell'anello di regolazione non deve superare i ± 3 Pa. Le oscillazioni di pressione nella galleria di diluizione non devono essere in media superiori a ± 250 Pa.

Per un sistema a tubi multipli (figura 10) è necessario un controllore di flusso per la divisione proporzionale dello scarico allo scopo di mantenere una pressione differenziale di zero tra l'uscita dell'unità a tubi multipli e l'uscita di TT. L'aggiustamento può essere effettuato controllando la portata nell'aria di iniezione in DT all'uscita di TT.

— *Valvole di controllo pressione PCV1, PCV2* (figura 9)

Occorrono due valvole di controllo della pressione per il sistema a Venturi gemelli od orifici gemelli per la divisione proporzionale del flusso mediante controllo della contropressione di EP e della pressione in DT. Le valvole devono essere disposte a valle di SP e EP e tra PB e DT.

— *Camera di attenuazione DC* (figura 10)

Installare una camera di attenuazione all'uscita dell'unità a tubi multipli per minimizzare le oscillazioni di pressione nel condotto di scarico EP.

— *Venturi VN* (figura 8)

Nella galleria di diluizione DT è installato un tubo di Venturi per creare una pressione negativa nella regione all'uscita del condotto di trasferimento TT. La portata di gas attraverso TT è determinata dallo scambio di quantità di moto nella zona del tubo di Venturi ed è fondamentalmente proporzionale alla portata della ventola di pressione PB che porta ad un rapporto di diluizione costante. Poiché lo scambio di quantità di moto è influenzato dalla temperatura all'uscita di TT e dalla differenza di pressione tra EP e DT, l'effettivo rapporto di diluizione è leggermente inferiore a basso carico che a carico elevato.

— *Controllore di flusso FC2* (figure 6, 7, 11 e 12; facoltativo)

Si può usare un controllore di flusso per controllare la portata della ventola di pressione PB e/o della ventola di aspirazione SB. Il controllore può essere collegato al segnale del flusso di scarico o al segnale del flusso di carburante e/o al segnale differenziale di CO_2 o NO_x .

Quando si alimenta aria pressurizzata (figura 11), FC2 controlla direttamente il flusso d'aria.

— *Dispositivo di misura del flusso FM1* (figure 6, 7, 11 e 12)

Contatore di gas o altra strumentazione di flusso per misurare il flusso dell'aria di diluizione. FM1 è facoltativo se PB è calibrato per misurare il flusso.

— *Dispositivo di misura del flusso FM2* (figura 12)

Contatore di gas o altra strumentazione di misura del flusso per misurare il flusso di gas di scarico diluito. FM2 è facoltativo se la ventola di aspirazione SB è calibrata per misurare il flusso.

— *Ventola di pressione PB* (figure 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 12)

Per il controllo della portata d'aria di diluizione, PB può essere collegata ai controllori di flusso FC1 o FC2. PB non è richiesta se si usa una valvola a farfalla. PB può essere usata per misurare il flusso dell'aria di diluizione, se calibrata.

— *Ventola di aspirazione SB* (figure 4, 5, 6, 9, 10 e 12)

Solo per sistemi di campionamento frazionario. SB può essere usata per misurare il flusso di gas di scarico diluito, se calibrata.

— *Filtro dell'aria di diluizione DAF* (figure da 4 a 12)

▼B

Si raccomanda di filtrare l'aria di diluizione e di depurarla su carbone vegetale per eliminare gli idrocarburi di fondo. L'aria di diluizione deve avere una temperatura di $298\text{ K } (25\text{ °C}) \pm 5\text{ K}$.

Su richiesta dei fabbricanti, l'aria di diluizione deve essere prelevata secondo buona pratica ingegneristica per determinare i livelli di fondo del particolato, che possono poi essere sottratti dai valori misurati nello scarico diluito.

- *Sonda di campionamento del particolato PSP* (figure 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12)

La sonda è la sezione iniziale di PTT e

- deve essere installata rivolta verso monte in un punto in cui l'aria di diluizione e il gas di scarico sono ben miscelati, cioè sull'asse della galleria di diluizione DT dei sistemi di diluizione, approssimativamente a 10 diametri della galleria a valle del punto in cui lo scarico entra nella galleria di diluizione;
- deve avere un diametro interno non inferiore a 12 mm;
- può essere riscaldata ad una temperatura di parete non superiore a $352\text{ K } (52\text{ °C})$ mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i $325\text{ K } (52\text{ °C})$ prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi;
- può essere isolata.

- *Galleria di diluizione DT* (figure da 4 a 12)

La galleria di diluizione:

- deve essere di lunghezza sufficiente a provocare un miscelamento completo dello scarico e dell'aria di diluizione in condizioni di flusso turbolento;
- deve essere costruita in acciaio inossidabile con:
 - un rapporto spessore su diametro non superiore a 0,025 per gallerie con diametro interno maggiore di 75 mm;
 - uno spessore nominale della parete non inferiore a 1,5 mm per gallerie di diluizione di diametro interno uguale o minore di 75 mm;
- deve avere un diametro di almeno 75 mm per il tipo a campionamento frazionario;
- dovrebbe avere un diametro di almeno 25 mm per il tipo a campionamento totale.

Può essere riscaldata ad una temperatura di parete non superiore a $325\text{ K } (52\text{ °C})$ mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i $325\text{ K } (52\text{ °C})$ prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi.

Può essere isolata.

Lo scarico del motore deve essere accuratamente miscelato con l'aria di diluizione. Per sistemi a campionamento frazionario, la qualità della miscelazione deve essere controllata dopo la messa in servizio mediante un profilo di CO_2 della galleria con il motore in funzione (almeno quattro punti di misura equidistanti). Se necessario, si può usare un orificio di miscelazione.

Nota: Se la temperatura ambiente in prossimità della galleria di diluizione (DT) è inferiore a $293\text{ K } (20\text{ °C})$, occorrono precauzioni per evitare perdite di particolato sulle pareti fredde della galleria di diluizione. Pertanto, si raccomanda di riscaldare e/o isolare la galleria entro i limiti indicati.

Ad elevati carichi del motore, la galleria può essere raffreddata mediante mezzi non aggressivi, come una ventola di circolazione, purché la temperatura del fluido di raffreddamento non sia inferiore a $293\text{ K } (20\text{ °C})$.

- *Scambiatore di calore HE* (figure 9 e 10)

Lo scambiatore di calore deve avere una capacità sufficiente per mantenere la temperatura all'ingresso del ventilatore di aspirazione SB entro un intervallo di $\pm 11\text{ K}$ dalla temperatura di funzionamento media osservata durante la prova.

1.2.1.2. Sistema di diluizione a flusso pieno (figura 13)

Viene descritto un sistema di diluizione basato sulla diluizione dello scarico totale in base al concetto di campionamento a volume costante (CVS). Si deve misurare il volume totale della miscela di gas di scarico e aria di diluizione. Si può utilizzare un sistema PDP o un sistema CFV.

▼B

Per la successiva raccolta del particolato, trasferire un campione del gas di scarico diluito al sistema di campionamento del particolato (punto 1.2.2, figure 14 e 15). Se l'operazione viene effettuata direttamente, si parla di diluizione singola. Se il campione viene diluito ancora una volta nella galleria di diluizione secondaria, si parla di doppia diluizione, utile quando non è possibile rispettare il requisito di temperatura sulla faccia del filtro con la diluizione singola. Benché si tratti in parte di un sistema di diluizione, il sistema di doppia diluizione è descritto come modifica di un sistema di campionamento del particolato nel punto 1.2.2, figura 15, perché la maggior parte delle sue parti sono comuni a quelle di un tipico sistema di campionamento del particolato.

Le emissioni gassose possono essere determinate anche nella galleria di diluizione del sistema di diluizione a flusso pieno. Pertanto, le sonde di campionamento per i componenti gassosi sono illustrate nella figura 13 ma non compaiono nell'elenco della descrizione. I rispettivi requisiti sono descritti nel punto 1.1.1.

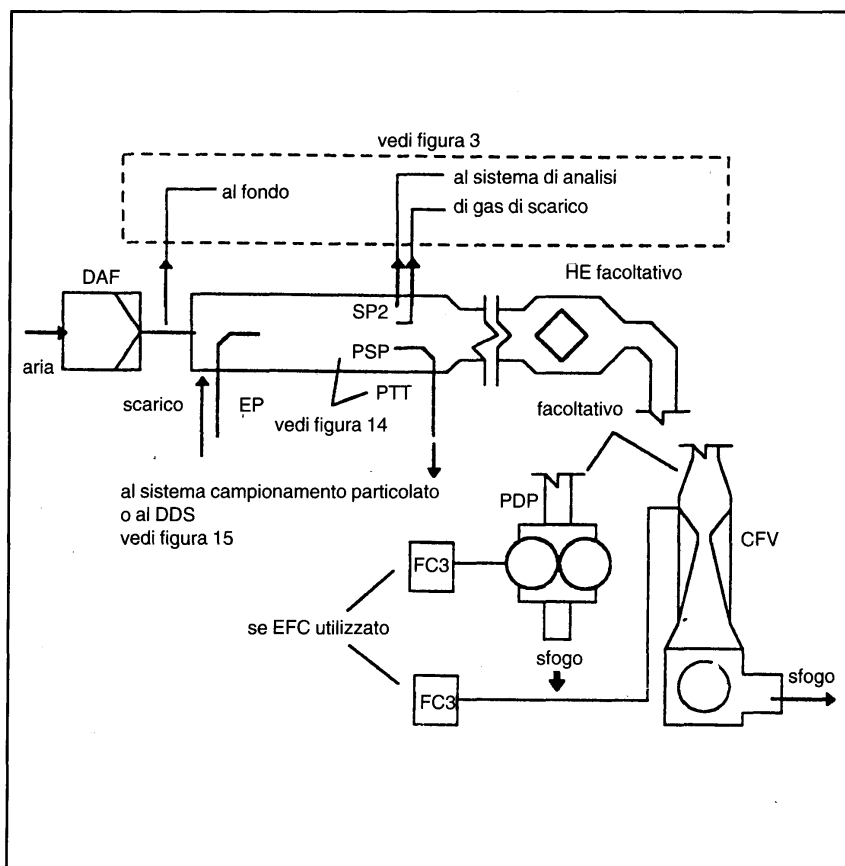
Descrizioni — Figura 13*— Condotto di scarico EP*

La lunghezza del condotto di scarico dall'uscita del collettore di scarico del motore, dello scarico di un turbocompressore o del dispositivo di post-trattamento alla galleria di diluizione non deve essere superiore a 10 m. Se la lunghezza del sistema è superiore a 4 m, tutta la tubatura oltre i 4 m deve essere isolata, salvo per un misuratore dei fumi in linea, se usato. Lo spessore radiale dell'isolamento non deve essere inferiore a 25 mm. La conducibilità termica del materiale isolante deve avere un valore non superiore a 0,1 W/(m · K) misurato a 673 K (400 °C). Per ridurre l'inerzia termica del condotto di scarico, si raccomanda un rapporto dello spessore sul diametro uguale o inferiore a 0,015. L'uso di sezioni flessibili deve essere limitato ad un rapporto lunghezza su diametro uguale o inferiore a 12.

▼B

Figura 13

Sistema di diluizione a flusso pieno



Tutto il flusso di gas di scarico grezzo viene miscelato nella galleria di diluizione DT con l'aria di diluizione.

La portata del gas di scarico diluito viene misurata con una pompa volumetrica PDP o con un Venturi a portata critica CFV. Si può usare uno scambiatore di calore HE o una compensazione elettronica di flusso EFC per il campionamento proporzionale del particolato e per la determinazione del flusso. Poiché la determinazione della massa di particolato è basata sul flusso totale di gas di scarico diluito, non occorre calcolare il rapporto di diluizione.

— *Pompa volumetrica PDP*

La PDP misura il flusso totale di gas di scarico diluito in base al numero di giri della pompa e alla sua cilindrata. La contropressione del sistema di scarico non deve essere abbassata artificialmente dalla PDP o dal sistema di immissione dell'aria di diluizione. La contropressione statica allo scarico, misurata con il sistema CVS in funzione, deve rimanere in un intervallo di $\pm 1,5$ kPa intorno alla pressione statica misurata senza collegamento al CVS a pari velocità di rotazione e carico del motore.

La temperatura della miscela gassosa immediatamente a monte del PDP deve essere pari alla temperatura media di funzionamento ± 6 K osservata durante la prova senza uso della compensazione di flusso.

La compensazione di flusso può essere usata solo se la temperatura all'entrata della PDP non supera i 323 K (50 °C).

— *Venturi a portata critica CFV*

Il CFV misura il flusso totale di scarico diluito mantenendo il flusso nelle condizioni strozzate (portata critica). La contropressione statica allo scarico misurata con il sistema CFV in funzione deve rimanere in un intervallo di $\pm 1,5$ kPa della pressione statica misurata senza collegamento al CFV a pari velocità di rotazione e carico del motore. La temperatura della miscela gassosa immediatamente a monte della CFV deve essere pari alla temperatura media di funzio-

▼B

namento osservata durante la prova, senza compensazione di flusso, ± 11 K.

- *Scambiatore di calore HE* (facoltativo se si usa EFC)

Lo scambiatore di calore deve avere una capacità sufficiente a mantenere la temperatura entro i limiti sopraindicati.

- *Compensazione elettronica del flusso EFC* (facoltativo se si usa HE)

Se la temperatura all'ingresso della PDP o del CFV non viene mantenuta entro i limiti sopraindicati, occorre un sistema di compensazione del flusso per la misura continua della portata e per il controllo del campionamento proporzionale nel sistema per la determinazione del particolato.

A questo scopo, si usano i segnali di portata misurati in continuo per correggere la portata del campione attraverso i filtri del particolato del sistema di campionamento del particolato (vedi figure 14 e 15).

- *Galleria di diluizione DT*

La galleria di diluizione:

- deve essere di diametro sufficientemente piccolo da provocare un flusso turbolento (numero di Reynolds maggiore di 4 000) e di lunghezza sufficiente a provocare una miscelazione completa del gas di scarico con l'aria di diluizione. Si può usare un orificio di miscelazione;
- deve avere un diametro non inferiore a 75 mm;
- può essere isolata.

I gas di scarico del motore devono essere diretti a valle del punto in cui vengono introdotti nella galleria di diluizione e accuratamente miscelati.

Quando si utilizza la diluizione singola, un campione prelevato dalla galleria di diluizione viene trasferito al sistema di campionamento del particolato (punto 1.2.2, figura 14). La portata del PDP o del CFV deve essere sufficiente a mantenere lo scarico diluito ad una temperatura minore o uguale a 325 K (52 °C) immediatamente prima del filtro principale del particolato.

Quando si usa la doppia diluizione, un campione prelevato dalla galleria di diluizione viene trasferito alla galleria di diluizione secondaria dove viene ulteriormente diluito e poi fatto passare attraverso i filtri di campionamento (punto 1.2.2, figura 15).

La portata della PDP o del CFV deve essere sufficiente a mantenere la corrente di gas di scarico diluiti nella DT ad una temperatura minore di o uguale a 464 K (191 °C) in corrispondenza della zona di campionamento. Il sistema di diluizione secondaria deve assicurare un'aria di diluizione secondaria sufficiente per mantenere la corrente di gas di scarico diluita due volte ad una temperatura minore o uguale a 325 K (52 °C) immediatamente prima del filtro principale del particolato.

- *Filtro dell'aria di diluizione DAF*

Si raccomanda di filtrare l'aria di diluizione e di depurarla su carbone vegetale per eliminare gli idrocarburi di fondo. L'aria di diluizione deve avere una temperatura di 298 K (25 °C) ± 5 K. Su richiesta dei fabbricanti, l'aria di diluizione deve essere prelevata secondo buona pratica ingegneristica per determinare i livelli di fondo del particolato, che possono poi essere sottratti dai valori misurati nello scarico diluito.

- *Sonda di campionamento del particolato PSP*

La sonda è la sezione iniziale di PTT e

- deve essere installata rivolta verso monte in un punto in cui l'aria di diluizione e i gas di scarico sono ben miscelati, cioè sull'asse della galleria di diluizione DT dei sistemi di diluizione, approssimativamente a 10 diametri della galleria a valle del punto in cui lo scarico entra nella galleria di diluizione;
- deve avere un diametro interno non inferiore a 12 mm;
- può essere riscaldata ad una temperatura di parete non superiore a 325 K (52 °C) mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i 325 K (52 °C) prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi;
- può essere isolata.

1.2.2. Sistema di campionamento del particolato (figure 14 e 15)

Il sistema di campionamento del particolato è necessario per raccogliere il particolato sul filtro del particolato. Nel caso di diluizione a flusso parziale e campionamento totale, che consiste nel far passare l'intero

▼B

campione di gas di scarico diluito attraverso i filtri, il sistema di diluizione (punto 1.2.1.1, figure 7 e 11) e di campionamento formano usualmente un'unità integrata. Nel caso della diluizione a flusso parziale con campionamento frazionario o della diluizione a flusso pieno, che consiste nel far passare attraverso i filtri solo una frazione del gas di scarico diluito, i sistemi di diluizione (punto 1.2.1.1, figure 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12 e punto 1.2.1.2, figura 13) e di campionamento costituiscono usualmente unità differenti.

Nella presente direttiva, il sistema di doppia diluizione DDS (figura 15) di un sistema di diluizione a flusso totale è considerato una modifica specifica di un sistema di campionamento del particolato tipico come illustrato nella figura 14. Il sistema di doppia diluizione include tutte le parti importanti del sistema di campionamento del particolato, come portafiltri e pompa di campionamento, e in aggiunta alcuni dispositivi di diluizione, come una fornitura dell'aria di diluizione e una galleria di diluizione secondaria.

Allo scopo di evitare qualsiasi impatto sugli anelli di regolazione, si raccomanda di tenere in marcia la pompa di campionamento durante l'intera procedura di prova. Per il metodo a filtro singolo, usare un sistema di bypass per far passare il campione attraverso i filtri di campionamento nei momenti desiderati. Si deve minimizzare l'interferenza della procedura di commutazione sugli anelli di regolazione.

Descrizioni — Figure 14 e 15

— Sistema di campionamento del particolato PSP (figure 14 e 15)

La sonda di campionamento del particolato illustrata nelle figure è la sezione d'inizio del condotto di trasferimento delle polveri inerti sospese PTT.

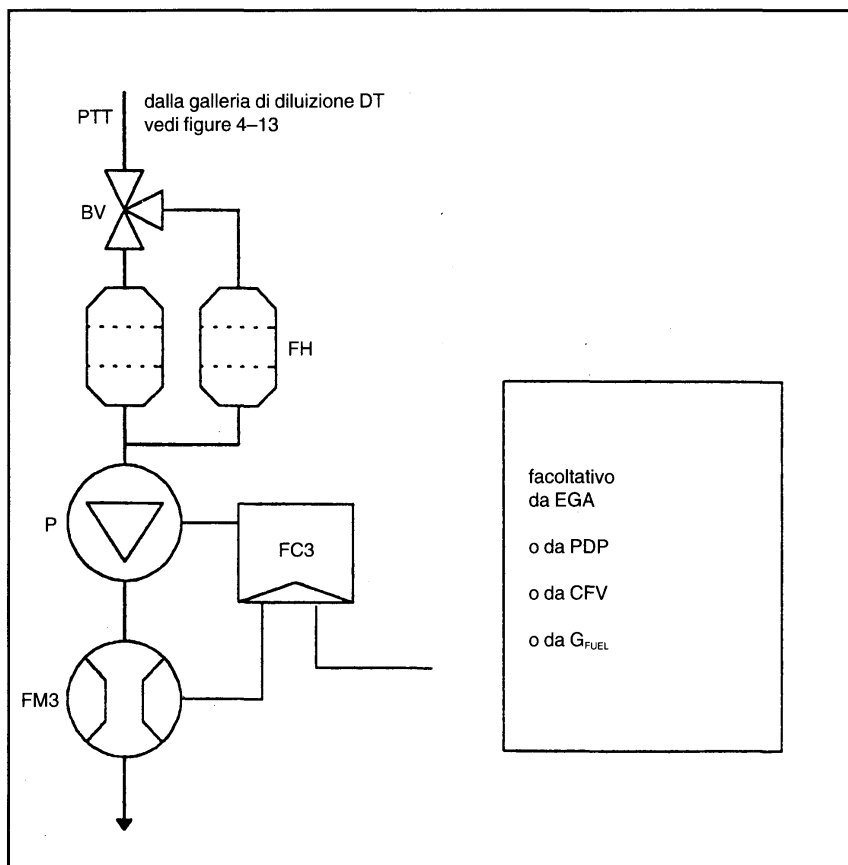
La sonda:

- deve essere installata rivolta verso monte in un punto in cui l'aria di diluizione e gas di scarico sono ben miscelati, cioè sull'asse della galleria di diluizione DT dei sistemi di diluizione (vedi punto 1.2.1) approssimativamente a 10 diametri della galleria a valle del punto in cui lo scarico entra nella galleria di diluizione;
- deve avere un diametro interno non inferiore a 12 mm;
- può essere riscaldata ad una temperatura di parete non superiore a 325 K (52 °C) mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i 325 K (52 °C) prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi;
- può essere isolata.

▼B

Figura 14

Sistema di campionamento del particolato

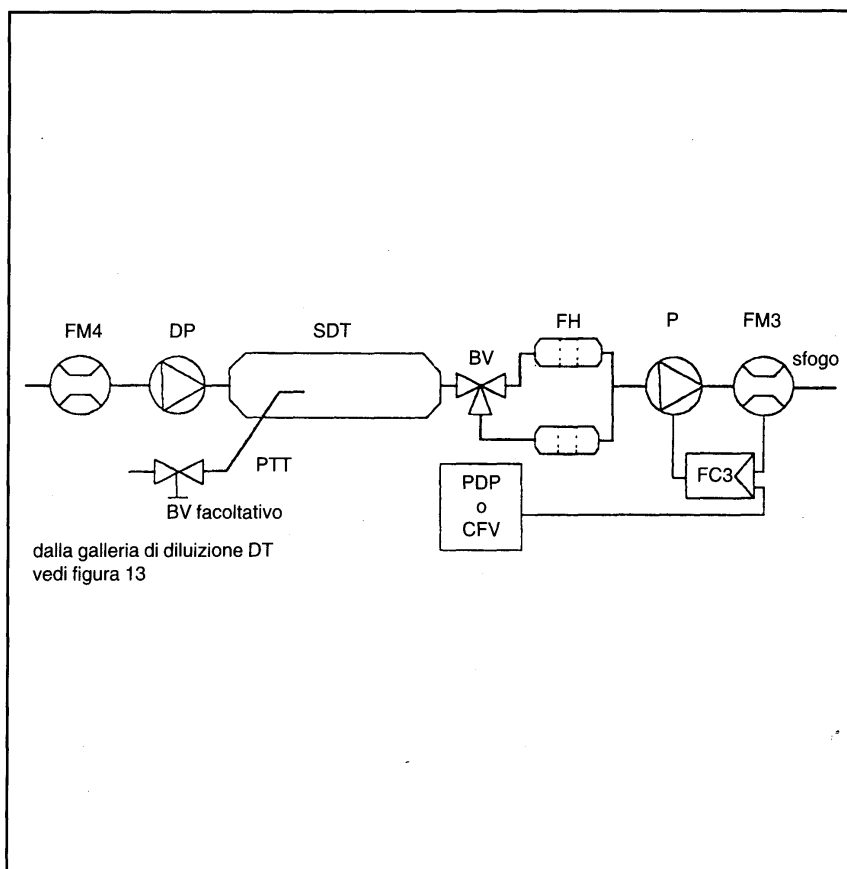


Un campione del gas di scarico diluito viene prelevato dalla galleria di diluizione DT di un sistema di diluizione a flusso parziale o a flusso pieno attraverso la sonda di campionamento del particolato PSP e il condotto di trasferimento del particolato PTT mediante la pompa di campionamento P. Il campione viene fatto passare attraverso il portafiltro o i portafiltri FH che contengono i filtri di campionamento del particolato. La portata del campione viene controllata mediante il controllore di flusso FC3. Se si usa la compensazione elettronica di flusso EFC (vedi figura 13), il flusso di gas di scarico diluito viene utilizzato come segnale di comando per FC3.

▼B

Figura 15

Sistema di diluizione (solo sistema a flusso pieno)



Un campione del gas di scarico diluito viene trasferito dalla galleria di diluizione DT di un sistema di diluizione a flusso pieno attraverso la sonda di campionamento del particolato PSP e il condotto di trasferimento del particolato PTT alla galleria di diluizione secondaria SDT, dove esso viene diluito ancora una volta. Il campione viene fatto passare attraverso il portafiltra o i portafiltri FH che contengono i filtri di campionamento del particolato. La portata del flusso d'aria di diluizione è di solito costante, mentre la portata del campione viene controllata mediante il controllore di flusso FC3. Se si usa la compensazione elettronica di flusso EFC (vedi figura 13), il flusso di gas di scarico diluito viene utilizzato come segnale di comando per FC3.

— *Condotto di trasferimento del particolato PTT* (figure 14 e 15)

Il condotto di trasferimento del particolato deve avere una lunghezza non superiore a 1 020 mm, la quale deve essere minimizzata ogni qualvolta possibile.

Le dimensioni sono valide per:

- il tipo a campionamento frazionario con diluizione del flusso parziale e il sistema di diluizione singola a flusso pieno: dalla punta della sonda ai portafiltri;
- il tipo a campionamento totale con diluizione su flusso parziale: dalla fine della galleria di diluizione ai portafiltri;
- il sistema di doppia diluizione a flusso pieno: dalla punta della sonda alla galleria di diluizione secondaria.

Il condotto di trasferimento:

- può essere riscaldato ad una temperatura di parete non superiore a 325 K (52 °C) mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i 325 K (52 °C) prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi;
 - può essere isolato.
- *Galleria di diluizione secondaria SDT* (figura 15)

▼B

La galleria di diluizione secondaria deve avere un diametro non inferiore a 75 mm ed essere di lunghezza sufficiente ad assicurare un tempo di residenza pari ad almeno 0,25 secondi per il campione diluito due volte. Il portafiltri principale, FH, deve essere disposto entro 300 mm dall'uscita di SDT.

La galleria di diluizione secondaria:

- può essere riscaldata ad una temperatura di parete non superiore a 325 K (52 °C) mediante riscaldamento diretto oppure mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i 325 K (52 °C) prima dell'introduzione nella galleria di diluizione degli scarichi;
 - può essere isolata.
- *Portafiltri FH* (figure 14 e 15)
- Per i filtri principale e di sicurezza si può usare un alloggiamento unico o alloggiamenti separati. Devono essere soddisfatti i requisiti dell'allegato III, appendice 1, punto 1.5.1.3.
- I portafiltri:
- possono essere riscaldati ad una temperatura di parete non superiore a 325 K (52 °C) mediante riscaldamento diretto o mediante preriscaldamento dell'aria di diluizione, purché la temperatura dell'aria non superi i 325 K (52 °C);
 - possono essere isolati.
- *Pompa di campionamento P* (figure 14 e 15)
- La pompa di campionamento del particolato deve essere disposta ad una distanza sufficiente dalla galleria perché la temperatura del gas all'ingresso sia mantenuta costante (± 3 K), salvo si applichi la correzione di flusso mediante FC3.
- *Pompa dell'aria di diluizione DP* (figura 15) (solo doppia diluizione a flusso pieno)
- La pompa dell'aria di diluizione deve essere disposta in modo tale che l'aria di diluizione secondaria venga fornita ad una temperatura di 298 K (25 °C) ± 5 K.
- *Controllore di flusso FC3* (figure 14 e 15)
- Usare un controllore di flusso per compensare le variazioni di portata del campione di particolato in conseguenza delle variazioni di temperatura e di contropressione nel percorso del campione, salvo siano disponibili altri mezzi. Il controllore di flusso è necessario se si applica la compensazione elettronica di flusso EFC (vedi figura 13).
- *Dispositivo di misura del flusso FM3* (figure 14 e 15) (flusso del campione di particolato)
- Il contatore di gas o la strumentazione di misura del flusso deve essere disposto/a a distanza sufficiente dalla pompa del campione perché la temperatura del gas all'ingresso rimanga costante (± 3 K), salvo si applichi la correzione di flusso mediante FC3.
- *Dispositivo di misura del flusso FM4* (figura 15) (aria di diluizione, solo doppia diluizione a flusso pieno)
- Il contatore di gas o la strumentazione di misura del flusso devono essere disposti in modo tale che la temperatura del gas all'ingresso rimanga su 298 K (25 °C) ± 5 K.
- *Valvola a sfera BV* (facoltativa)
- La valvola a sfera deve avere un diametro non inferiore al diametro interno del condotto di campionamento e un tempo di commutazione inferiore a 0,5 secondi.
- Nota:* Se la temperatura ambiente in prossimità di PSP, PTT, SDT e FH è inferiore a 239 K (20 °C), prendere delle precauzioni per evitare perdite di particolato sulle pareti fredde di questi parti. Pertanto, si raccomanda di riscaldare e/o isolare queste parti nei limiti indicati nelle rispettive descrizioni. Si raccomanda anche che la temperatura della faccia del filtro durante il campionamento non sia inferiore a 293 K (20 °C).
- Ad elevati carichi del motore, le parti sopraindicate possono essere raffreddate mediante un mezzo non aggressivo, come una ventola di circolazione, sempreché la temperatura del fluido di raffreddamento non sia inferiore a 293 K (20 °C).

ALLEGATO ► **M2** VII ◄

(Modello)

SCHEDA DI OMOLOGAZIONE



Comunicazione riguardante:

— l'omologazione/l'estensione/il rifiuto/la revoca⁽¹⁾ dell'omologazione

di un tipo di motore o di una famiglia di tipi di motori relativamente all'emissione di inquinanti ai sensi della direttiva 97/68/CE, modificata da ultimo dalla direttiva .../.../CE

Omologazione n.: Estensione n.:

Ragioni dell'estensione (se del caso):

PARTE I

0. Dati generali

0.1. Marca (denominazione commerciale):

0.2. Tipo e descrizione commerciale del motore o dei motori capostipite e (se applicabile) della famiglia di motori⁽¹⁾:

0.3. Codice di identificazione del tipo apposto dal costruttore sul motore/i:

Posizione:

Metodo di apposizione:

0.4. Descrizione delle macchine azionate dal motore⁽²⁾:

0.5. Nome e indirizzo del costruttore:

Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore:

0.6. Posizione, codice e metodo di apposizione del numero di identificazione del motore:

0.7. Posizione e metodo di apposizione del marchio di omologazione CE:

0.8. Indirizzo dello o degli stabilimenti di montaggio:

PARTE II

1. Eventuali limitazioni d'uso:

1.1. Condizioni particolari per l'installazione dei motori sulle macchine:

1.1.1. Depressione massima ammissibile all'aspirazione: kPa

1.1.2. Contropressione massima ammissibile: kPa

2. Servizio tecnico responsabile dell'esecuzione delle prove⁽³⁾:

3. Data del verbale di prova:

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.⁽²⁾ Definiti nell'allegato I, parte 1 della presente direttiva (p.es. «A»).⁽³⁾ Indicare n.a. se le prove sono eseguite dall'autorità omologante stessa.

▼B

4. Numero del verbale di prova:
5. Il sottoscritto dichiara che la descrizione fornita dal costruttore nella scheda informativa relativa al motore o (ai motori) sopraindicato (sopraindicati) è esatta e che i risultati delle prove allegati si applicano al tipo. Il campione (i campioni) è stato scelto (sono stati scelti) dall'autorità omologante e presentato (presentati) dal costruttore in quanto tipo (tipi) di motore (capostipite)⁽¹⁾.

L'omologazione è concessa/estesa/rifiutata/revocata⁽¹⁾

Luogo:

Data:

Firma:

Allegati: Fascicolo di omologazione.

Risultati delle prove (vedi appendice 1)

Studio di correlazione relativo ai sistemi di campionamento eventualmente utilizzati, diversi dai sistemi di riferimento⁽²⁾ (se del caso).

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

⁽²⁾ Specificati nell'allegato I, punto 4.2.

►⁽¹⁾ **RISULTATI DELLE PROVE PER I MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE** ◀

- ⁽²⁾ 1.3.2. Potenza assorbita ai regimi del motore indicati (secondo quanto specificato dal costruttore):

^(*) Non deve essere maggiore del 10 % de la potenza misurata durante la prova. ◀

- ⁽³⁾1.4.2. Potenza del motore⁽²⁾

(1) Se i motori capostipite sono più di uno, indicare i risultati per ciascuno di essi.

(2) Potenza non corretta, misurata conformemente al punto 2.4 dell'allegato I.

▼B**►⁽¹⁾ 1.5. Livelli di emissione****1.5.1. Regolazione del dinamometro (kW)**

Carico percentuale	Regolazione del dinamometro (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
10 (se applicabile)		
25 (se applicabile)		
50		
75		
100		

1.5.2. Risultati delle emissioni nel ciclo di prova ◀

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

Particolato: g/kWh

1.5.3. Sistema di campionamento utilizzato per la prova:**1.5.3.1. Emissioni gassose⁽¹⁾:****1.5.3.2. Particolato⁽¹⁾:****1.5.3.2.1. Metodo⁽²⁾:** Filtro singolo/multiplo⁽¹⁾ Indicare le figure secondo i numeri definiti nell'allegato V, punto 1.⁽²⁾ Cancellare la dicitura inutile.

▼ **M2***Appendice 2***RISULTATI DELLE PROVE PER I MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA**1. INFORMAZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE DELLE PROVE ⁽¹⁾:1.1. **Carburante di riferimento utilizzato per le prove**

1.1.1. Numero di ottani

1.1.2. Indicare la percentuale di olio nella miscela se il lubrificante e la benzina sono miscelati come avviene nei motori a due tempi

1.1.3. Densità della benzina per i motori a quattro tempi e della miscela benzina/olio per i motori a due tempi

1.2. **Lubrificante**

1.2.1. Marca o marche

1.2.2. Tipo o tipi

1.3. **Apparecchiatura azionata dal motore (se applicabile)**

1.3.1. Elenco e dettagli di identificazione

1.3.2. Potenza assorbita ai regimi del motore indicati (secondo quanto specificato dal costruttore)

Apparecchiatura	Potenza P_{AE} (kW) assorbita ai vari regimi del motore (*) tenendo conto dell'appendice 3 del presente allegato	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Totale:		

(*) Non deve essere maggiore del 10 % della potenza misurata durante la prova.

1.4. **Prestazioni del motore**

1.4.1. Regimi del motore:

Minimo: min^{-1} Intermedio: min^{-1} Nominale: min^{-1} 1.4.2. Potenza del motore ⁽²⁾

Condizione	Regolazione della potenza (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Potenza massima misurata durante la prova (P_M) (kW) (a)		
Potenza totale assorbita dall'apparecchiatura azionata dal motore conformemente al punto 1.3.2 della presente appendice o al punto 2.8 dell'allegato III (P_{AE}) (kW) (b)		
Potenza netta del motore specificata nel punto 2.4 dell'allegato I (kW) (c)		

⁽¹⁾ Nel caso di vari motori capostipite, indicare le informazioni relative a ciascuno di essi.⁽²⁾ Potenza non corretta misurata a norma dell'allegato I, punto 2.4.

▼ M2

Condizione	Regolazione della potenza (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
$c = a + b$		

1.5. Livelli di emissione**1.5.1. Regolazione del dinamometro (kW)**

Carico percentuale	Regolazione del dinamometro (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale (se applicabile)
10 (se applicabile)		
25 (se applicabile)		
50		
75		
100		

1.5.2. Risultati delle emissioni nel ciclo di prova

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

▼ **M2***Appendice 3***APPARECCHIATURE E DISPOSITIVI AUSILIARI DA INSTALLARE PER LA PROVA PER DETERMINARE LA POTENZA DEL MOTORE**

Numero	Apparecchiature e dispositivi ausiliari	Installati durante la prova delle emissioni
1	Sistema di aspirazione Collettore di aspirazione Sfiatatoio del basamento (del carter) Dispositivi di controllo per il sistema a doppio collettore di aspirazione Flussometro dell'aria Condotta aspirazione dell'aria Filtro dell'aria Silenziatore di aspirazione Limitatori di velocità	Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì ^(a) Sì ^(a) Sì ^(a) Sì ^(a)
2	Dispositivo di riscaldamento dell'aria aspirata del collettore di aspirazione	Sì, apparecchiatura di serie da installare, se possibile, nella condizione più favorevole
3	Sistema di scarico Depuratore di scarico Collettore di scarico Condotti di scarico Silenziatore Tubo di scarico Freno-motore Dispositivo di sovralimentazione	Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì ^(b) Sì ^(b) Sì ^(b) No ^(c) Sì, apparecchiatura di serie
4	Pompa di alimentazione del carburante	Sì, apparecchiatura di serie ^(d)
5	Carburazione Carburatore Dispositivo di controllo elettronico, flussometro dell'aria, ecc. Dispositivo per motori a gas Riduttore di pressione Evaporatore Miscelatore	Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie
6	Dispositivo di iniezione del carburante (benzina e diesel) Prefiltro Filtro Pompa Tubo del carburante Iniettore Valvola di aspirazione dell'aria Dispositivo di controllo elettronico, flussometro dell'aria, ecc. Regolatore/sistema di comando Fine corsa automatico di pieno carico della cremagliera in funzione delle condi-	Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie ^(e) Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie

▼ M2

Numero	Apparecchiature e dispositivi ausiliari	Installati durante la prova delle emissioni
	zioni atmosferiche	
7	Impianto di raffreddamento a liquido Radiatore Ventilatore Carenatura del ventilatore Pompa dell'acqua Termostato	No No No Sì, apparecchiatura di serie ^(f) Sì, apparecchiatura di serie ^(g)
8	Raffreddamento ad aria Carenatura Ventilatore o soffiante Dispositivo per regolare la temperatura	No ^(h) No ^(h) No
9	Impianto elettrico Dinamo Sistema distribuzione a scintilla Bobina(e) Schema elettrico Candele Impianto di controllo elettronico, compreso sensore battito/sistema di ritardo accensione	Sì, apparecchiatura di serie ⁽ⁱ⁾ Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie
10	Dispositivo di sovralimentazione Compressore azionato direttamente dal motore e/o dai suoi gas di scarico Refrigeratore ad aria Pompa o ventola del refrigerante (azionata dal motore) Dispositivo per regolare la portata di liquido di raffreddamento	Sì, apparecchiatura di serie Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova ⁽ⁱ⁾ ^(k) No ^(h) Sì, apparecchiatura di serie
11	Ventola ausiliaria del banco di prova	Sì, se necessario
12	Dispositivo antinquinamento	Sì, apparecchiatura di serie ^(l)
13	Impianto di avviamento	Impianto banco di prova
14	Pompa olio lubrificante	Sì, apparecchiatura di serie

^(a) Il sistema completo di aspirazione deve essere montato come previsto per l'impiego voluto, se:

può influire sensibilmente sulla potenza del motore;
 si tratta di motori ad accensione comandata con aspirazione atmosferica;
 il costruttore lo richiede.

Negli altri casi, può essere installato un sistema equivalente ed occorre verificare che la pressione di aspirazione non differisca di oltre 100 Pa dal valore limite specificato dal costruttore per un filtro dell'aria pulito.

^(b) Il sistema completo di scarico deve essere montato come previsto per l'impiego voluto se:

può influire sensibilmente sulla potenza del motore;
 si tratta di motori ad accensione comandata con aspirazione atmosferica;
 il costruttore lo richiede.

Negli altri casi può essere montato un sistema equivalente purché la pressione misurata non differisca di oltre 1 000 Pa dal valore specificato dal costruttore.

^(c) Se nel motore è incorporato un freno motore, la farfalla deve essere fissata in posizione completamente aperta.

^(d) La pressione di alimentazione del carburante può essere regolata, se del caso, per riprodurre la pressione esistente per quella particolare applicazione del motore (in particolare, se è previsto un sistema di ritorno del carburante).

^(e) La valvola di aspirazione dell'aria è quella che comanda il regolatore pneumatico della pompa di iniezione. Il regolatore o il sistema di iniezione possono contenere altri dispositivi in grado di influire sul quantitativo di carburante iniettato.

^(f) La circolazione del liquido di raffreddamento deve essere attivata soltanto dalla pompa dell'acqua del motore. Il raffreddamento del liquido può avvenire attraverso un circuito esterno, a condizione che la perdita di pressione

▼ M2

di questo circuito e la pressione all'entrata della pompa restino più o meno pari a quelle del sistema di raffreddamento del motore.

- (^e) Il termostato può essere fissato in posizione di massima apertura.
- (^h) Se per la prova viene montato un ventilatore di raffreddamento o un soffiante la potenza che assorbono deve essere aggiunta ai valori registrati, eccetto il caso in cui i ventilatori di raffreddamento di motori raffreddati ad aria siano montati direttamente sull'albero a gomiti. La potenza del ventilatore o del soffiante deve essere determinata alle velocità utilizzate per la prova mediante calcolo sulla base delle caratteristiche standard o mediante prove pratiche.
- (ⁱ) Erogazione minima della dinamo: la dinamo deve fornire la corrente minima necessaria al funzionamento dei dispositivi ausiliari indispensabili al funzionamento del motore. Ove occorra raccordare una batteria, quest'ultima dovrà essere in buono stato e completamente carica.
- (^j) I motori a raffreddamento dell'aria di sovralimentazione devono essere collaudati con tale sistema in azione (a liquido o ad aria); a discrezione del fabbricante, però, il refrigeratore dell'aria può essere sostituito con un dispositivo sul banco di prova. In entrambi i casi, la misurazione della potenza ad ogni velocità deve essere effettuata agli abbassamenti massimi di pressione e minimi di temperatura dell'aria del motore attraverso il refrigeratore dell'aria di sovralimentazione nel dispositivo sul banco di prova specificato dal costruttore.
- (^k) Ad esempio, dispositivo di ricircolazione dei gas combusti (EGR), convertitore catalitico, reattore termico, alimentatore secondario di aria e dispositivo di protezione dell'evaporazione del carburante.
- (^l) L'energia per l'impianto elettrico o altri sistemi di avviamento viene fornita dal banco di prova.

▼B*ALLEGATO ► **M2** VIII ◀***SISTEMA DI NUMERAZIONE**

(vedi articolo 4, paragrafo 2)

1. Il numero è costituito da 5 sezioni separate dal segno «*».

Sezione 1: Lettera «e» minuscola seguita dalle lettere o dal numero distintivo dello Stato membro che rilascia l'omologazione:

▼A1

- 1 per la Germania
- 2 per la Francia
- 3 per l'Italia
- 4 per i Paesi Bassi
- 5 per la Svezia
- 6 per il Belgio
- 7 per l'Ungheria
- 8 per la Repubblica ceca
- 9 per la Spagna
- 11 per il Regno Unito
- 12 per l'Austria
- 13 per il Lussemburgo
- 17 per la Finlandia
- 18 per la Danimarca
- 20 per la Polonia
- 21 per il Portogallo
- 23 per la Grecia
- 24 per l'Irlanda
- 26 per la Slovenia
- 27 per la Slovacchia
- 29 per l'Estonia
- 32 per la Lettonia
- 36 per la Lituania
- CY per Cipro
- MT per Malta

▼B

- Sezione 2: Numero della presente direttiva. Poiché essa contiene differenti date di applicazione e differenti norme tecniche, vengono aggiunti due caratteri alfabetici. Questi caratteri si riferiscono alle differenti date di applicazione per le fasi di rigorosità e all'applicazione del motore a differenti specifiche di macchine mobili sulla cui base è stata concessa l'omologazione. Il primo carattere è definito nell'articolo 9. Il secondo carattere è definito nell'allegato I, sezione 1 con riferimento alla modalità di prova definita in allegato III, sezione 3.6.
- Sezione 3: Numero dell'ultima direttiva di modifica applicabile all'omologazione. Se applicabile, si devono aggiungere due ulteriori caratteri alfabetici secondo le condizioni descritte nella sezione 2, anche se, in base ai nuovi parametri, si fosse dovuto modificare solo uno dei caratteri. Se non occorrono cambiamenti di questi caratteri, essi verranno omessi.
- Sezione 4: Numero progressivo a 4 cifre (eventualmente preceduto da zeri non significativi) per indicare il numero dell'omologazione di base. La serie dei numeri deve iniziare con 0001.
- Sezione 5: Numero progressivo di 2 cifre (eventualmente preceduto da zeri non significativi) per indicare l'estensione. La serie dei numeri deve iniziare con 01 per ciascun numero di omologazione di base.

▼B

2. Esempio di terza omologazione (senza estensione) che corrisponde alla data di applicazione A (fase I, fascia di potenza superiore) e all'applicazione del motore alla specifica A di macchina mobile concessa dal Regno Unito:

e 11*98/...AA*00/000XX*0003*00

3. Esempio di seconda estensione alla quarta omologazione, corrispondente alla data di applicazione E (fase II, fascia di potenza media) per la stessa specifica di macchina (A), concessa dalla Germania:

e 1*01/...EA*00/000XX*0004*02

▼ BALLEGATO ► M2 IX ◀ELENCO DELLE OMOLOGAZIONI RILASCIATE PER UN TIPO
DI MOTORI/FAMIGLIA DI MOTORI

Elenco numero:

per il periodo compreso tra: e

Devono essere fornite le seguenti informazioni relative a ciascuna omologazione concessa, rifiutata o revocata nel periodo suddetto:

Costruttore:

Numero dell'omologazione:

Ragione dell'estensione (se applicabile):

Marca:

Tipo di motore / famiglia di motori⁽¹⁾:

Data di concessione:

Data di prima concessione (in caso di estensioni):

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

▼ BALLEGATO ► M2 X ◀

ELENCO DEI MOTORI PRODOTTI



Elenco numero:

per il periodo compreso tra: e

Devono essere fornite le seguenti informazioni relative ai numeri di identificazione, tipi, famiglie e numeri di omologazione dei motori prodotti nel periodo succitato conformemente alle prescrizioni della presente direttiva:

Costruttore:

Marca:

Numero di omologazione:

Nome della famiglia di motori⁽¹⁾:

Tipo di motore:	1:	2:	n:
-----------------	----------	----------	----------

Numeri di identificazione del motore:	... 001	... 001	... 001
---------------------------------------	---------	---------	---------

...	... 002	... 002	... 002
-----	---------	---------	---------

.	.	.
.	.	.
.	.	.

..... m	 p	 q
---------	---------	---------

Data di concessione:

Data di prima concessione (in caso di aggiunte):

⁽¹⁾ Omettere se del caso; l'esempio illustra una famiglia di motori che contiene «n» differenti tipi di motori dei quali sono state prodotte unità recanti i numeri di identificazione
 da ... 001 a m per il tipo 1
 ... 001 a p per il tipo 2
 ... 001 a q per il tipo n

▼B

ALLEGATO ► M2 XI ◀

SCHEDA RELATIVA AI MOTORI OMOLOGATI



N.	Data di omologazione	Costruttore	Tipo/famiglia	Descrizione del motore							Emissioni (g/kWh)				
				Fluido di raffreddamento ⁽¹⁾	N. di cilindri	Cilindrata (cm ³)	Potenza (kW)	Regime nominale (min ⁻¹)	Combustione ⁽²⁾	Post-trattamento ⁽³⁾	PT	NO _x	CO	HC	

⁽¹⁾ Liquido o aria.
⁽²⁾ Abbreviare: ID = Iniezione diretta, PC = Precamera a turbolenza, AN = Aspirazione naturale, TC = Turbocompressore, TCP = Turbocompressore con post-raffreddamento.
Esempi: ID AN, ID TC, ID TCP, PC AN, PC TC, PC TCP.
⁽³⁾ Abbreviare: CAT = Catalizzatore, TP = Trappola del particolato, RGS = Riciclo dei gas di scarico.

▼M2*ALLEGATO XII***RICONOSCIMENTO DI OMOLOGAZIONI ALTERNATIVE**

1. Le omologazioni in appresso e, se del caso, i relativi marchi di omologazione sono ritenuti equivalenti all'omologazione concessa a norma della presente direttiva per i motori delle classi A, B e C di cui all'articolo 9, punto 2:
 - 1.1. Direttiva 2000/25/CE
 - 1.2. Omologazioni concesse a norma della direttiva 88/77/CEE, conformi ai requisiti della fase A o B, di cui all'articolo 2 e all'allegato I, punto 6.2.1, della direttiva stessa, modificata dalla direttiva 91/542/CEE, o a norma del regolamento UNECE n. 49, serie 02 di emendamenti, errata corrige I/2.
 - 1.3. Certificati di omologazione a norma del regolamento UNECE n. 96.
2. Le omologazioni in appresso e, se del caso, i relativi marchi di omologazione sono ritenuti equivalenti all'omologazione concessa a norma della presente direttiva per i motori delle classi D, E, F e G (fase II) di cui all'articolo 9, punto 3:
 - 2.1. Direttiva 2000/25/CE, omologazioni fase II.
 - 2.2. Omologazioni concesse a norma della direttiva 88/77/CEE, modificata dalla direttiva 99/96/CE, conformi ai requisiti delle fasi A, B1, B2 o C di cui all'articolo 2 e all'allegato I, punto 6.2.1.
 - 2.3. Regolamento UNECE n. 49, serie 03 di emendamenti.
 - 2.4. Regolamento UNECE n. 96, omologazioni fase B, di cui alla serie 01 di emendamenti, punto 5.2.1.