

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 |
| ► <u>M3</u> | Direttiva 2004/26/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 aprile 2004 | L 146 | 1 | 30.4.2004 |
| ► <u>M4</u> | Direttiva 2006/105/CE del Consiglio del 20 novembre 2006 | L 363 | 368 | 20.12.2006 |
| ► <u>M5</u> | Regolamento (CE) n. 596/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 giugno 2009 | L 188 | 14 | 18.7.2009 |
| ► <u>M6</u> | Direttiva 2010/26/UE della Commissione del 31 marzo 2010 | L 86 | 29 | 1.4.2010 |
| ► <u>M7</u> | Direttiva 2011/88/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 novembre 2011 | L 305 | 1 | 23.11.2011 |

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 |
|--------------------|---|-------|----|-----------|

Rettificato da:

- **C1** Rettifica, GU L 304 del 5.12.2000, pag. 19 (97/68/CE)
- **C2** Rettifica, GU L 225 del 25.6.2004, pag. 3 (2004/26/CE)
- **C3** Rettifica, GU L 75 del 15.3.2007, pag. 27 (2004/26/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;

⁽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

- (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 contribuisce 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;

▼B

- (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 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;

⁽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

- (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⁾,

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;

⁽¹⁾ GU C 102 del 4.4.1996, pag. 1.

▼ B

- *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 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;

▼ M2

- *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;

▼ M3▼ C2

- *nave della navigazione interna*, una nave destinata ad essere utilizzata nelle vie navigabili interne, di lunghezza uguale o superiore a 20 metri e di volume uguale o superiore a 100 m³ calcolato secondo la formula definita all'allegato I, sezione 2, punto 2.8 *bis*, oppure un rimorchiatore o spintore costruito per rimorchiare, spingere o per la propulsione in formazione in coppia di navi di lunghezza uguale o superiore a 20 m.

Tale definizione non comprende:

- le navi destinate al trasporto di non più di 12 passeggeri oltre all'equipaggio,
- le imbarcazioni da diporto di lunghezza inferiore a 24 metri [secondo la definizione di cui all'articolo 1, paragrafo 2, della direttiva 94/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 giugno 1994, sul ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri riguardanti le imbarcazioni da diporto ⁽¹⁾],

⁽¹⁾ GU L 164 del 30.6.1994, pag. 15. Direttiva modificata da ultimo dal regolamento (CE) n. 1882/2003 (GU L 284 del 31.10.2003, pag. 1).

▼ C2

- le navi di servizio delle autorità di controllo,
- le navi dei servizi antincendio,
- le navi da guerra,
- le navi da pesca iscritte nel registro navale della Comunità,
- le navi della navigazione marittima, compresi i rimorchiatori e gli spintori per la navigazione marittima che navigano o stazionano nelle acque fluviomarittime o si trovano temporaneamente nelle acque interne, purché provvisti di titolo di navigazione o di sicurezza valido ai sensi della definizione di cui all'allegato I, sezione 2, punto 2.8 *ter*;
- *costruttore di macchine (OEM)*, il costruttore di un tipo di macchine mobili non stradali;
- *regime di flessibilità*, procedura che consente ai costruttori di motori di immettere sul mercato, nel periodo compreso tra due fasi successive di applicazione dei valori limite sulle emissioni, un numero limitato di motori destinati ad essere montati su macchine mobili non stradali, che soddisfano solamente i valori limite di emissione della fase precedente.

▼ 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 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 omologazione**

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 omologazione, 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 omologazione. Le schede di omologazione sono numerate secondo il metodo descritto nell'► **M2** allegato VIII ◀. La scheda di omologazione compilata ed i relativi allegati sono trasmessi al richiedente. ► **M5** La Commissione modifica l'allegato VIII. Tali misure intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 15, paragrafo 2. ◀

▼B

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 omologazione 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 omologazioni 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 omologazione del tipo o famiglia di motore e/o il fascicolo di omologazione 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 omologazioni 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.

▼M7

6. I motori ad accensione spontanea non destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e di navi della navigazione interna possono essere immessi sul mercato in regime di flessibilità secondo la procedura di cui all'allegato XIII, oltre a quanto disposto nei paragrafi da 1 a 5.

▼B*Articolo 5***Modifiche delle omologazioni**

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 omologazione.

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.

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;

▼B

- 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.

▼M3**▼C2**

5. Sui motori ad accensione spontanea immessi sul mercato in regime di flessibilità è apposta una marcatura secondo l'allegato XIII.

▼ B*Articolo 7***Accettazione di omologazioni equivalenti**

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

▼ M3**▼ C2***Articolo 7 bis***Navi della navigazione interna**

1. Le disposizioni che seguono si applicano ai motori destinati ad essere montati sulle navi della navigazione interna. I paragrafi 2 e 3 si applicano solo dopo che la Commissione centrale per la navigazione sul Reno (di seguito CCNR) avrà riconosciuto l'equivalenza fra i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e quelli previsti nel quadro della convenzione di Mannheim per la navigazione sul Reno e la Commissione ne sarà stata informata.

2. Fino al 30 giugno 2007 gli Stati membri non possono rifiutare l'immissione sul mercato di motori conformi ai requisiti CCNR fase I, i cui valori limite di emissione sono fissati nell'allegato XIV.

3. A decorrere dal 1° luglio 2007 e fino all'entrata in vigore di una nuova serie di valori limite conseguenti ad eventuali ulteriori modifiche della presente direttiva, gli Stati membri non possono rifiutare l'immissione sul mercato di motori conformi ai requisiti CCNR fase II, i cui valori limite sono fissati nell'allegato XV.

▼ M5

4. La Commissione adegua l'allegato VII per incorporare i dati specifici aggiuntivi eventualmente richiesti ai fini del certificato di omologazione per i motori destinati ad essere montati sulle navi della navigazione interna. Tali misure intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 15, paragrafo 2.

▼ M3**▼ C2**

5. Ai fini della presente direttiva, con riferimento alle navi della navigazione interna, i motori ausiliari con potenza superiore a 560 kW sono soggetti agli stessi requisiti applicabili ai motori di propulsione principale.

▼ B*Articolo 8***▼ M3****▼ C2****Immissione sul mercato**

1. Gli Stati membri non possono negare l'immissione sul mercato dei motori conformi ai requisiti della presente direttiva, indipendentemente dal fatto di essere già montati su macchine o no.

▼ B

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.

▼M3**▼C2**

2 *bis*. Gli Stati membri non rilasciano il certificato comunitario di navigazione interna di cui alla direttiva 82/714/CEE del Consiglio, del 4 ottobre 1982, che fissa i requisiti tecnici per le navi della navigazione interna ⁽¹⁾, alle navi i cui motori non soddisfano i requisiti della presente direttiva.

▼B

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 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: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

⁽¹⁾ GU L 301 del 28.10.1982, pag. 1. Direttiva modificata da ultimo dall'atto di adesione del 2003.

▼B

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)

▼M3**▼C2**

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o per una famiglia di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore non ancora immesso sul mercato:

▼B

- 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 ◀.

▼M3**▼C2**

3 bis. FASE III A DI OMOLOGAZIONE MOTORI (CATEGORIE DI MOTORI: H, I, J, K)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore non ancora immesso sul mercato:

- H: successivamente al 30 giugno 2005, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,
- I: successivamente al 31 dicembre 2005, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,
- J: successivamente al 31 dicembre 2006, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,
- K: successivamente al 31 dicembre 2005, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.4 dell'allegato I.

▼ C23 *ter.* FASE III A DI OMOLOGAZIONE MOTORI A VELOCITÀ COSTANTE (CATEGORIE DI MOTORI H, I, J, K)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore non ancora immesso sul mercato:

- motori di categoria H a velocità costante: successivamente al 31 dicembre 2009, per motori di potenza pari a: $130 \text{ kW} \leq P < 560 \text{ kW}$,
- motori di categoria I a velocità costante: successivamente al 31 dicembre 2009, per motori di potenza pari a: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,
- motori di categoria J a velocità costante: successivamente al 31 dicembre 2010, per motori di potenza pari a: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,
- motori di categoria K a velocità costante: successivamente al 31 dicembre 2009, per motori di potenza pari a: $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.4 dell'allegato I.

3 *quater.* FASE III B DI OMOLOGAZIONE MOTORI (CATEGORIE DI MOTORI: L, M, N, P)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore non ancora immesso sul mercato:

- L: successivamente al 31 dicembre 2009, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,
- M: successivamente al 31 dicembre 2010, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,
- N: successivamente al 31 dicembre 2010, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $56 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,
- P: successivamente al 31 dicembre 2011, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza ► C3 pari a: $37 \text{ kW} \leq P < 56 \text{ kW}$, ◀

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.5 dell'allegato I.

3 *quinqües.* FASE IV DI OMOLOGAZIONE MOTORI (CATEGORIE DI MOTORI: Q e R)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore non ancora immesso sul mercato:

- Q: successivamente al 31 dicembre 2012, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,
- R: successivamente al 30 settembre 2013, per motori — eccetto motori a velocità costante — di potenza pari a: $56 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,

▼ C2

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.6 dell'allegato I.

3 *sexies*. FASE III A DI OMOLOGAZIONE DI MOTORI DI PROPULSIONE INSTALLATI IN NAVI DELLA NAVIGAZIONE INTERNA (CATEGORIA DI MOTORI: V)

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII:

- V1:1: successivamente al 31 dicembre 2005 per motori di potenza maggiore o uguale a 37 kW e di cilindrata inferiore a 0,9 litri per cilindro,
- V1:2: successivamente al 30 giugno 2005 per motori di cilindrata maggiore o uguale a 0,9 litri per cilindro e inferiore a 1,2 litri per cilindro,
- V1:3: successivamente al 30 giugno 2005 per motori di cilindrata maggiore o uguale a 1,2 litri per cilindro e inferiore a 2,5 litri per cilindro e una potenza pari a: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,
- V1:4: successivamente al 31 dicembre 2006 per motori di cilindrata maggiore o uguale a 2,5 litri per cilindro e inferiore a 5 litri per cilindro,
- V2: successivamente al 31 dicembre 2007 per motori di cilindrata maggiore o uguale a 5 litri per cilindro,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.4 dell'allegato I.

3 *septies*. FASE III A DI OMOLOGAZIONE DI MOTORI DI PROPULSIONE INSTALLATI IN AUTOMOTRICI FERROVIARIE

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII:

- RC A: successivamente al 30 giugno 2005 per motori di potenza superiore a 130 kW,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.4 dell'allegato I.

3 *octies*. FASE III B DI OMOLOGAZIONE DI MOTORI DI PROPULSIONE INSTALLATI IN AUTOMOTRICI FERROVIARIE

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII:

- RC B: successivamente al 31 dicembre 2010 per motori di potenza superiore a 130 kW,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.5 dell'allegato I.

▼ C2**3 nonies. FASE III A DI OMOLOGAZIONE DI MOTORI DI PROPULSIONE INSTALLATI IN LOCOMOTIVE**

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII:

- RL A: successivamente al 31 dicembre 2005, per motori di potenza pari a: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,
- RH A: successivamente al 31 dicembre 2007, per motori di potenza pari a: $560 \text{ kW} < P$,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.4 dell'allegato I. Le disposizioni del presente paragrafo non si applicano ai tipi e famiglie di motori menzionati, qualora per un motore appartenente a questa categoria un contratto d'acquisto sia stato stipulato anteriormente al 20 maggio 2004 e a condizione che il motore sia immesso sul mercato entro i due anni successivi alla data applicabile per la corrispondente categoria di locomotive.

3 decies. FASE III B DI OMOLOGAZIONE DI MOTORI DI PROPULSIONE INSTALLATI IN LOCOMOTIVE

Gli Stati membri negano il rilascio dell'omologazione per i seguenti tipi o famiglie di motori e il rilascio di un documento di cui all'allegato VII:

- R B: successivamente al 31 dicembre 2010 per motori di potenza superiore a 130 kW,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dalla presente direttiva e se le emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.1.2.5 dell'allegato I. Le disposizioni del presente paragrafo non si applicano ai tipi e famiglie di motori menzionati, qualora per un motore appartenente a questa categoria un contratto d'acquisto sia stato stipulato anteriormente al 20 maggio 2004 e a condizione che il motore sia immesso sul mercato entro i due anni successivi alla data applicabile per la corrispondente categoria di locomotive.

▼ B**4. ►M3 ►C2 IMMISSIONE SUL MERCATO: 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

▼B

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

▼M3**▼C2**

4 *bis*. Fatti salvi l'articolo 7 *bis* e l'articolo 9, paragrafi 3 *octies* e 3 *nonies*, a decorrere dalle date sotto indicate e ad eccezione delle macchine e dei motori destinati all'esportazione in paesi terzi, gli Stati membri permettono l'immissione sul mercato di motori nuovi che siano o no già montati su macchine, 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 III A, esclusi i motori funzionanti a velocità costante:

- categoria H: successivamente al 31 dicembre 2005,
- categoria I: successivamente al 31 dicembre 2006,
- categoria J: successivamente al 31 dicembre 2007,
- categoria K: successivamente al 31 dicembre 2006.

Fase III A — Motori di propulsione di navi della navigazione interna:

- categoria V1:1: successivamente al 31 dicembre 2006,
- categoria V1:2: successivamente al 31 dicembre 2006,
- categoria V1:3: successivamente al 31 dicembre 2006,
- categoria V1:4: successivamente al 31 dicembre 2008,
- categorie V2: successivamente al 31 dicembre 2008.

Fase III A — Motori a velocità costante:

- categoria H: successivamente al 31 dicembre 2010,
- categoria I: successivamente al 31 dicembre 2010,
- categoria J: successivamente al 31 dicembre 2011,
- categoria K: successivamente al 31 dicembre 2010.

Fase III A — Motori per automotrici ferroviarie:

- categoria RC A: successivamente al 31 dicembre 2005.

Fase III A — Motori per locomotive:

- categoria RL A: successivamente al 31 dicembre 2006,
- categoria RH A: successivamente al 31 dicembre 2008.

Fase III B, esclusi i motori a velocità costante:

- categoria L: successivamente al 31 dicembre 2010,
- categoria M: successivamente al 31 dicembre 2011,
- categoria N: successivamente al 31 dicembre 2011,
- categoria P: successivamente al 31 dicembre 2012.

Fase III B — Motori per automotrici ferroviarie:

- categoria RC B: successivamente al 31 dicembre 2011.

Fase III B — Motori per locomotive:

- categoria R B: successivamente al 31 dicembre 2011.

▼ C2

Fase IV, esclusi i motori a velocità costante:

- categoria Q: successivamente al 31 dicembre 2013,
- categoria R: successivamente al 30 settembre 2014.

Per ciascuna categoria, i requisiti suddetti sono prorogati di due anni per i motori fabbricati in data anteriore a quelle rispettivamente sopra indicate.

L'autorizzazione rilasciata per una fase di valori limite di emissione decade a decorrere dall'attuazione obbligatoria della fase successiva di valori limite.

4 ter. CONTRASSEGNO IN CASO DI RISPETTO ANTICIPATO DEI REQUISITI DELLE FASI III A, III B E IV

Per i tipi e famiglie di motori che risultano in regola con i valori limite definiti nella tabella di cui ai punti 4.1.2.4, 4.1.2.5 e 4.1.2.6, dell'allegato I, prima delle date indicate al paragrafo 4 del presente articolo, gli Stati membri consentono l'uso di speciali marchi e contrassegni per indicare che i motori in questione sono in regola con i valori limite prima delle date ufficiali previste.

▼ 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.

▼ M2

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'allegato 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),

▼ M2

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

▼ M6

In deroga al primo comma, all'interno della categoria degli apparecchi con impugnatura superiore è concessa una proroga del periodo di deroga fino al 31 luglio 2013 per le tagliasiepe e le motoseghe a catena per gli alberi con un manico sull'estremità superiore, di tipo portatile, ad uso professionale e operanti in diverse posizioni, sulle quali sono installati motori delle classi SH:2 e SH:3.

▼ M2**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****▼ M3****▼ C2**

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,
- ai motori destinati all'impiego in macchine utilizzate principalmente per il varo e il recupero di scialuppe di salvataggio,
- ai motori destinati all'impiego in macchine utilizzate principalmente per il varo e il recupero di imbarcazioni da spiaggia.

1 *bis*. Fatti salvi gli articoli 7 *bis* e 9, paragrafi 3 *octies* e 3 *nonies*, e ad eccezione dei motori di propulsione di automotrici ferroviarie, locomotive e navi della navigazione interna, i motori di sostituzione devono rispettare i valori limite cui erano soggetti i motori da sostituire al momento della loro prima immissione sul mercato.

▼ **M7**

1 *ter*. In deroga all'articolo 9, paragrafi 3 *octies*, 3 *decies* e 4 *bis*, gli Stati membri possono autorizzare l'immissione sul mercato dei seguenti motori per le automotrici ferroviarie e le locomotive:

- a) motori di sostituzione conformi ai limiti della fase III A, qualora siano destinati a sostituire motori per automotrici ferroviarie e locomotive che:
 - i) non sono conformi alle prescrizioni della fase III A; o
 - ii) sono conformi alle prescrizioni della fase III A, ma non alle prescrizioni della fase III B;
- b) motori di sostituzione che non sono conformi ai limiti della fase III A, qualora siano destinati a sostituire motori per automotrici ferroviarie senza controllo di guida e incapaci di movimento autonomo, purché tali motori di sostituzione siano conformi a prescrizioni non inferiori alle prescrizioni rispettate dai motori installati sulle automotrici ferroviarie esistenti dello stesso tipo.

Le autorizzazioni ai sensi del presente paragrafo possono essere concesse solo nei casi in cui l'autorità dello Stato membro che rilascia l'omologazione accetti che l'uso di un motore di sostituzione che risponde ai requisiti della fase più recente di emissioni applicabile nell'automotrice ferroviaria o nella locomotiva in questione comporterà significative difficoltà tecniche.

1 *quater*. Una marcatura con la menzione «MOTORE DI SOSTITUZIONE» e recante l'unico riferimento alla deroga associata è apposta sui motori contemplati dal paragrafo 1 *bis* o 1 *ter*.

1 *quinquies*. La Commissione valuta l'impatto ambientale del paragrafo 1 *ter* e le eventuali difficoltà tecniche legate al rispetto di detto paragrafo. Alla luce di tale valutazione, la Commissione, entro il 31 dicembre 2016, presenta al Parlamento europeo e al Consiglio una relazione di riesame del paragrafo 1 *ter* corredata, se del caso, di una proposta legislativa comprendente una data finale per l'applicazione di tale paragrafo.

▼ **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;

▼ B

- 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;
- 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.

▼ M3**▼ C2**

5. I motori possono essere immessi sul mercato in «regime flessibile» a norma delle disposizioni dell'allegato XIII.
6. Il paragrafo 2 non si applica ai motori di propulsione destinati ad essere montati sulle navi della navigazione interna.

▼ M7

7. Gli Stati membri permettono l'immissione sul mercato dei motori definiti alla sezione 1, lettera A, punti i), ii) e v), dell'allegato I, in regime di flessibilità, conformemente alle disposizioni dell'allegato XIII.

▼ 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.

▼B

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 continuano ad essere adeguati e che i motori prodotti che recano un numero di omologazione a norma della presente direttiva continuano 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 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.

▼M5*Articolo 14*

La Commissione adotta tutte le modifiche necessarie per adeguare gli allegati al progresso tecnico, ad eccezione dei requisiti di cui all'allegato I, punto 1, punti da 2.1 a 2.8, e all'allegato I, punto 4.

▼ M5

Tali misure intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 15, paragrafo 2.

Articolo 14 bis

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. Tali misure, intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva completandola, sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 15, paragrafo 2.

▼ M2*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»).

▼ M5

2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano l'articolo 5 *bis*, paragrafi da 1 a 4, e l'articolo 7 della decisione 1999/468/CE, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

▼ 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.

*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.

▼B

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 |

▼ M3▼ C2

| | |
|-------------|--|
| Appendice 1 | Procedure di misurazione e campionamento |
| Appendice 2 | Procedimento di taratura [NRSC, NRTC (¹)] |

▼ M2

| | |
|-------------|--|
| Appendice 3 | ► <u>M3</u> ► <u>C2</u> Valutazione dei dati e calcoli ◀ ◀ |
|-------------|--|

▼ M3▼ C2

| | |
|-------------|---|
| Appendice 4 | Sequenza di prova del dinamometro durante il ciclo NRTC |
| Appendice 5 | Requisiti di durevolezza |

▼ M2

| | |
|-------------|---|
| 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 | ► <u>M3</u> ► <u>C2</u> Caratteristiche tecniche del carburante di riferimento per le prove di omologazione e per verificare la conformità della produzione ◀ ◀ |

▼ M3▼ C2

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| ALLEGATO VI | Sistema analitico e di campionamento |
|-------------|--------------------------------------|

▼ M2

| | |
|--------------|------------------------|
| ALLEGATO VII | Scheda di omologazione |
|--------------|------------------------|

▼ M3▼ C2

| | |
|-------------|--|
| Appendice 1 | Résultats des essais pour les moteurs à allumage par compression |
|-------------|--|

▼ M2

| | |
|-------------|--|
| 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 |

▼ M2

| | |
|---------------|---|
| 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 |

▼ M3

▼ C2

| | |
|---------------|--|
| ALLEGATO XIII | Disposizioni per motori immessi sul mercato in regime di flessibilità |
| ALLEGATO XIV | |
| ALLEGATO XV | |

▼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:

▼M3**▼C2**

- 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 19 kW e 560 kW, e funzionante a velocità intermittente più che ad una sola velocità costante; oppure
 - ii) un motore ad accensione per compressione avente una potenza netta conformemente al punto 2.4, compresa tra 19 kW e 560 kW, e funzionante a velocità costante. I valori limite si applicano unicamente a decorrere dal 31 dicembre 2006; oppure
 - iii) con un motore ad accensione comandata alimentato a benzina avente una potenza netta conformemente al punto 2.4, non superiore a 19 kW; oppure
 - iv) un motore destinato alla propulsione di automotrici ferroviarie che sono veicoli semoventi su rotaia specificamente progettati per il trasporto di merci e/o passeggeri; oppure

⁽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).

▼ C2

- v) un motore destinato alla propulsione di locomotive destinate alla movimentazione o propulsione di carrozze progettate per il trasporto di passeggeri, merci e altro materiale, ma esse stesse non destinate al trasporto di merci, passeggeri (diversi dal conducente o altro operatore addetto alla locomotiva) o altro materiale. Non rientrano nel presente punto, bensì nel punto A, lettera i), i motori ausiliari o i motori destinati alla propulsione di macchine utilizzate per lavori di manutenzione o di altro tipo effettuati sui binari.

▼ M2

La presente direttiva non si applica ai seguenti veicoli:

▼ M3▼ C2

B. navi, eccetto navi della navigazione interna;

▼ M2

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 C₁: H_{1,85}) e gli ossidi di azoto espressi in biossido di azoto (NO₂) 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;

⁽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

- 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;
 - 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);

▼ M3**▼ C2**

- 2.8. *bis.* *volume superiore o uguale a 100 m³*, riferito a una nave della navigazione interna, il volume di tale nave calcolato mediante la formula $L \times B \times T$, dove «L» è la lunghezza massima dello scafo, esclusi il timone e il bompreso, «B» è la larghezza massima dello scafo espressa in metri, misurata all'esterno del fasciame (escluse ruote a pale, parabordi fissi, ecc.) e «T» è la distanza verticale fra il punto più basso dello scafo fuori ossatura o della chiglia e il galleggiamento massimo della nave;
- 2.8. *ter.* *titoli di navigazione o di sicurezza validi:*
- a) il certificato attestante la conformità alla convenzione per la salvaguardia della vita umana in mare (SOLAS) del 1974 e successive modificazioni, o uno strumento equivalente; o
 - b) il certificato attestante la conformità alla convenzione internazionale sul bordo libero del 1966 e successive modificazioni, o uno strumento equivalente, e il certificato IOPP che attesti la conformità alla convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento da parte delle navi (Marpol) del 1973 e successive modifiche;

▼ C2

- 2.8. *quater*. *impianto di manipolazione*, un dispositivo che misura, rileva o reagisce a variabili di funzionamento al fine di attivare, modulare, ritardare o disattivare il funzionamento di qualsiasi componente o funzione del sistema di controllo delle emissioni, in modo da diminuire l'efficacia del sistema di controllo delle emissioni in condizioni che si verificano durante la normale utilizzazione della macchina mobile non stradale, salvo che l'uso di tale dispositivo sia sostanzialmente previsto nella procedura di certificazione delle emissioni applicabile al caso;
- 2.8. *quinquies*. *strategia contraddittoria di controllo delle emissioni*, qualsiasi strategia o mezzo che, quando la macchina mobile non stradale è in funzione in condizioni d'utilizzazione normali, riduce l'efficacia del sistema di controllo delle emissioni a un livello inferiore a quello prevedibile secondo le procedure applicabili di prova delle emissioni;

▼ M2

- 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 preconditionamento 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;

▼ M3**▼ C2**

- 2.17. *ciclo di prova*, una sequenza di punti di prova aventi ciascuno una velocità e una coppia definite che il motore deve percorrere in condizioni stazionarie (prova NRSC) o transitorie (prova NRTC);

▼ C22.18. **Simboli e abbreviazioni**2.18.1. *Simboli per i parametri di prova*

| Simbolo | Unità | Termine |
|------------|------------|--|
| A/F_{st} | - | Rapporto stechiometrico aria/carburante |
| 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 |
| C_d | - | Coefficiente di scarico del SSV (tubo di Venturi subsonico) |
| Conc | ppm Vol % | Concentrazione (col suffisso del componente qualificante) |
| $Conc_c$ | ppm Vol % | Concentrazione depurata del fondo |
| $Conc_d$ | ppm Vol % | Concentrazione dell'inquinante misurata nell'aria di diluizione |
| $Conc_e$ | ppm Vol % | Concentrazione dell'inquinante misurata nel gas di scarico diluito |
| d | m | Diametro |
| DF | - | Fattore di diluizione |
| f_a | - | Fattore atmosferico di laboratorio |
| G_{AIRD} | kg/h | Portata massica dell'aria aspirata sul secco |
| G_{AIRW} | kg/h | Portata massica dell'aria aspirata su umido |
| 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 del carburante |
| G_{SE} | kg/h | Portata massica del gas di scarico del campione |
| G_T | cm^3/min | Portata del gas tracciante |
| G_{TOTW} | kg/h | Portata massica del gas di scarico diluito su umido |
| H_a | g/kg | Umidità assoluta dell'aria aspirata |
| H_d | g/kg | Umidità assoluta dell'aria di diluizione |
| H_{REF} | g/kg | Valore di riferimento dell'umidità assoluta (10,71 g/kg) |
| i | - | Pedice indicante una singola modalità (per la prova NRSC) o un valore istantaneo (per la prova NRTC) |
| K_H | - | Fattore di correzione dell'umidità per NO_x |
| K_p | - | Fattore di correzione dell'umidità per il particolato |
| K_V | - | Funzione di taratura del CFV |
| $K_{W, a}$ | - | Fattore di correzione da secco a umido per l'aria aspirata |

▼ C2

| Simbolo | Unità | Termine |
|---------------|-------------------|--|
| $K_{W, d}$ | - | 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 grezzo |
| L | % | Coppia percentuale riferita alla coppia massima per la velocità di prova |
| M_d | mg | Massa del campione di particolato dell'aria di diluizione raccolta |
| M_{DIL} | kg | Massa del campione di aria di diluizione passata attraverso i filtri di campionamento del particolato |
| M_{EDFW} | kg | Massa del gas di scarico diluito equivalente su tutto il ciclo |
| M_{EXHW} | kg | Portata massica totale dello scarico su tutto il ciclo |
| M_f | mg | Massa del campione di particolato raccolto |
| $M_{f, p}$ | mg | Massa del campione di particolato raccolto sul filtro principale |
| $M_{f, b}$ | mg | Massa del campione di particolato raccolto sul filtro di sicurezza |
| M_{gas} | g | Massa totale dell'inquinante gassoso su tutto il ciclo |
| M_{PT} | g | Massa totale del particolato su tutto il ciclo |
| M_{SAM} | kg | Massa del campione di scappamento diluito passata attraverso i filtri di campionamento del particolato |
| M_{SE} | kg | Massa del campione di scappamento su tutto il ciclo |
| M_{SEC} | kg | Massa dell'aria di diluizione secondaria |
| M_{TOT} | kg | Massa totale del gas di scarico sottoposto a doppia diluizione su tutto il ciclo |
| M_{TOTW} | kg | Massa totale del gas di scarico diluito che entra nel tunnel di diluizione su tutto il ciclo su umido |
| $M_{TOTW, I}$ | kg | Massa istantanea del gas di scarico diluito che entra nel tunnel di diluizione su umido |
| mass | g/h | Pedice che denota la portata massica delle emissioni |
| N_p | - | Giri totali della pompa volumetrica su tutto il ciclo |
| n_{ref} | min ⁻¹ | Regime di riferimento del motore per la prova NRTC |
| n^{SP} | s ⁻² | Derivata del regime del motore |
| P | kW | Potenza al freno non corretta |
| p_1 | kPa | Depressione all'ingresso della pompa volumetrica del PDP |
| P_A | kPa | Pressione assoluta |
| P_a | kPa | Pressione di saturazione del vapore nell'aria di diluizione (ISO 3046: $p_{s_y} = P_{SY}$ ambiente di prova) |

▼ C2

| Simbolo | Unità | Termine |
|--------------|---------------------|--|
| 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_B | kPa | Pressione atmosferica totale (ISO 3046: $P_x = P_X$ pressione totale ambiente sito $P_y = P_Y$ pressione totale ambiente prova) |
| p_d | kPa | Pressione di saturazione del vapore nell'aria di diluizione |
| P_M | kW | Potenza massima alla velocità di prova nelle condizioni di prova (cfr. appendice 1 dell'allegato VII) |
| P_m | kW | Potenza misurata al banco di prova |
| p_s | kPa | Pressione atmosferica a secco |
| q | - | Rapporto di diluizione |
| Q_s | m ³ /s | Portata volumetrica CVS |
| v | - | Rapporto tra la gola del SSV e la pressione statica assoluta all'ingresso |
| 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 |
| Re | - | Numero di Reynolds |
| R_f | - | Fattore di risposta del FID |
| T | K | Temperatura assoluta |
| t | s | Tempo di misurazione |
| 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) |
| T_{sp} | N·m | Coppia del ciclo transitorio voluta |
| t_{10} | s | Intervallo di tempo tra un impulso a gradino e il 10 % dell'ultimo valore rilevato |
| t_{50} | s | Intervallo di tempo tra un impulso a gradino e il 50 % dell'ultimo valore rilevato |
| t_{90} | s | Intervallo di tempo tra un impulso a gradino e il 90 % dell'ultimo valore rilevato |
| Δt_i | s | Intervallo di tempo per il flusso istantaneo nel CFV |
| V_0 | m ³ /rev | Portata volumetrica della PDP in condizioni effettive |
| W_{act} | kWh | Lavoro nel ciclo effettivo del NRTC |
| WF | - | Fattore di ponderazione |
| WF_E | - | Fattore di ponderazione efficace |
| X_0 | m ³ /rev | Funzione di taratura della portata volumetrica della PDP |
| Θ_D | kg·m ² | Inerzia rotazionale del dinamometro a correnti parassite |

▼ C2

| | Simbolo | Unità | Termine |
|---------|---------------------------------------|--|---|
| | β | - | rapporto tra il diametro di gola del SSV, d e il diametro interno del condotto d'ingresso |
| | λ | - | Rapporto relativo aria/carburante, A/F effettivo diviso per l'A/F stechiometrico |
| | ρ_{EXH} | kg/m ³ | Densità del gas di scarico |
| 2.18.2. | <i>Simboli dei componenti chimici</i> | | |
| | CH ₄ | Metano | |
| | C ₃ H ₈ | Propano | |
| | C ₂ H ₆ | Etano | |
| | CO | Monossido di carbonio | |
| | CO ₂ | Biossido di carbonio | |
| | DOP | Di-ottilftalato | |
| | H ₂ O | Acqua | |
| | HC | Idrocarburi | |
| | No _x | Ossidi di azoto | |
| | NO | Ossido nitrico | |
| | NO ₂ | Biossido di azoto | |
| | O ₂ | Ossigeno | |
| | PT | Particolato | |
| | PTFE | Politetrafluoroetilene | |
| 2.18.3. | <i>Abbreviazioni</i> | | |
| | CFV | Tubo di Venturi a portata critica | |
| | CLD | Rivelatore a chemiluminescenza | |
| | CI | Accensione spontanea | |
| | FID | Rivelatore a ionizzazione di fiamma | |
| | FS | Fondo scala | |
| | HCLD | Rivelatore a chemiluminescenza riscaldato | |
| | HFID | Rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato | |
| | NDIR | Analizzatore a infrarossi non dispersivo | |
| | NG | Gas naturale | |
| | NRSC | Ciclo stazionario per macchine non stradali | |
| | NRTC | Ciclo transitorio per macchine non stradali | |
| | PDP | Pompa volumetrica | |
| | SI | Accensione comandata | |
| | SSV | Tubo di Venturi subsonico | |

▼ B

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 ◀;

▼ M3**▼ C2**

- 3.1.4. marcature a norma dell'allegato XIII, se il motore è immesso sul mercato in regime di flessibilità.

▼ 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.

▼ B

4. SPECIFICHE E PROVE

▼ M24.1. **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 soddisfatte 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, pulizia 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.

▼ M3**▼ C2**

I motori che emettono gas di scarico misti ad acqua sono muniti, nel sistema di scarico, di un raccordo collocato a valle del motore e prima di qualunque punto di contatto del sistema di scarico con l'acqua o con altro mezzo refrigerante o di lavaggio a freddo (scrubbing), onde consentire l'applicazione temporanea di un'apparecchiatura di campionamento per inquinanti gassosi e particolato. L'ubicazione del raccordo dovrà consentire il prelievo di una miscela rappresentativa del gas di scarico. Il raccordo avrà filettature interne standard per questo tipo di applicazione (non oltre 0,5 pollici) e, quando non viene utilizzato, dovrà essere chiuso da un apposito tappo (sono autorizzati anche raccordi di tipo equivalente).

▼ B**► 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) |
|------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| $130 \leq P \leq 560$ | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,54 |
| $75 \leq P < 130$ | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,70 |
| $37 \leq P < 75$ | 6,5 | 1,3 | 9,2 | 0,85 |

▼ B

► **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.

► **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) |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| $130 \leq P \leq 560$ | 3,5 | 1,0 | 6,0 | 0,2 |
| $75 \leq P < 130$ | 5,0 | 1,0 | ► C1 6,0 ◀ | 0,3 |
| $37 \leq P < 75$ | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,4 |
| $18 \leq P < 37$ | 5,5 | 1,5 | 8,0 | 0,8 |

▼ M3
▼ C2

4.1.2.4.

Le emissioni di monossido di carbonio, della somma di idrocarburi e ossidi d'azoto e di particolato non devono superare, per la fase III A, i valori indicati nella tabella seguente:

Motori di propulsione per applicazioni diverse dalle navi della navigazione interna, dalle locomotive e dalle automotrici ferroviarie:

| Categoria: Potenza netta (P) (kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
|--|------------------------------------|--|--------------------------|
| H: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ | 3,5 | 4,0 | 0,2 |
| I: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ Kw}$ | 5,0 | 4,0 | 0,3 |
| J: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ | 5,0 | 4,7 | 0,4 |
| K: $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$ | 5,5 | 7,5 | 0,6 |

Motori di propulsione per le imbarcazioni per la navigazione interna:

| Categoria: cilindrata unitaria/potenza netta (SV/P) (litri per cilindro/kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
|---|------------------------------------|--|--------------------------|
| V1:1 $SV < 0,9$ e $P \geq 37 \text{ kW}$ | 5,0 | 7,5 | 0,40 |
| V1:2 $0,9 \leq SV < 1,2$ | 5,0 | 7,2 | 0,30 |
| V1:3 $1,2 \leq SV < 2,5$ | 5,0 | 7,2 | 0,20 |
| V1:4 $2,5 \leq SV < 5$ | 5,0 | 7,2 | 0,20 |
| V2:1 $5 \leq SV < 15$ | 5,0 | 7,8 | 0,27 |
| V2:2 $15 \leq SV < 20$ e $P < 3300 \text{ kW}$ | 5,0 | 8,7 | 0,50 |
| V2:3 $15 \leq SV < 20$ e $P \geq 3300 \text{ kW}$ | 5,0 | 9,8 | 0,50 |

▼ C2

| Categoria: cilindrata unitaria/potenza netta (SV/P) (litri per cilindro/kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
|--|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| V2:4 20 ≤ SV < 25 | 5,0 | 9,8 | 0,50 |
| V2:5 25 ≤ SV < 30 | 5,0 | 11,0 | 0,50 |

Motori destinati alla propulsione di locomotive:

| Categoria: Potenza netta (P) (kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | | Particolato (PT) (g/kWh) |
|--|---------------------------------------|---|---|-----------------------------|
| RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW | 3,5 | 4,0 | | 0,2 |
| | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Idrocarburi (HC) (g/kWh) | Ossidi di azoto (NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
| RH A: P > 560 kW | 3,5 | 0,5 | 6,0 | 0,2 |
| Motori RH A con P > 2 000 kW e SV > 5 l/cilindro | 3,5 | 0,4 | 7,4 | 0,2 |

Motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie:

| Categoria: Potenza netta (P) (kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| RC A: 130 kW < P | 3,5 | 4,0 | 0,20 |

4.1.2.5.

Le emissioni di monossido di carbonio, di idrocarburi e ossidi d'azoto (o eventualmente la loro somma) e di particolato non devono superare, per la fase III B, i valori indicati nella tabella seguente:

Motori per applicazioni diverse dalla propulsione di locomotive, ferroviarie e navi della navigazione interna:

| Categoria: 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) |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW | 3,5 | 0,19 | 2,0 | 0,025 |
| M: 75 kW ≤ P < 130 kW | 5,0 | 0,19 | 3,3 | 0,025 |
| N: 56 kW ≤ P < 75 kW | 5,0 | 0,19 | 3,3 | 0,025 |

▼ C2

| Categoria: 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) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|--|--------------------------|
| | | Somma di idrocarburi ed ossidi d'azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | | |
| P: 37 kW ≤ P < 56 kW | 5,0 | 4,7 | | 0,025 |

Motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie:

| Categoria: 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) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| RC B: 130 kW < P | 3,5 | 0,19 | 2,0 | 0,025 |

Motori destinati alla propulsione di locomotive:

| Categoria: Potenza netta (P) (kW) | Monossido di carbonio (CO) (g/kWh) | Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (HC+NO _x) (g/kWh) | Particolato (PT) (g/kWh) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------|
| R B: 130 kW < P | 3,5 | 4,0 | 0,025 |

4.1.2.6.

Le emissioni di monossido di carbonio, di idrocarburi e ossidi d'azoto (o eventualmente la loro somma) e di particolato non devono superare, per la fase IV, i valori indicati nella tabella seguente:

Motori per applicazioni diverse dalla propulsione di locomotive, automotrici ferroviarie e navi della navigazione interna:

| Categoria: 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) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW | 3,5 | 0,19 | 0,4 | 0,025 |
| R: 56 kW ≤ P < 130 kW | 5,0 | 0,19 | 0,4 | 0,025 |

4.1.2.7.

I valori limite di cui ai punti 4.1.2.4, 4.1.2.5 e 4.1.2.6 comprendono il deterioramento calcolato a norma dell'allegato III, appendice 5.

▼ C2

Per i limiti di emissione figuranti ai punti 4.1.2.5 e 4.1.2.6, in tutte le condizioni di carico scelte casualmente e appartenenti a un ambito di controllo definito e ad eccezione di determinate condizioni di funzionamento del motore non soggette a questa disposizione, le emissioni campionate durante un intervallo di almeno 30 s non dovranno eccedere di oltre il 100 % i valori limiti delle precedenti tabelle. ► M5 La Commissione definisce l'ambito di controllo cui si applica la percentuale da non eccedere e le condizioni di funzionamento del motore escluse da tale disposizione. Tali misure intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 15, paragrafo 2. ◀

▼ B

► M3 ► C2 4.1.2.8. ◀ ◀ 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.

▼ M2

4.2. **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,

▼ M2

— 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 idrocarburi 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 |
| 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 requisiti 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.

▼B

- 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:

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

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 |

$$\text{se } n \geq 20, k = \frac{0,860}{2\sqrt{n}}$$

- 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.

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

▼ B

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)

▼ M2

- 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.

▼ M6

8. REQUISITI DI OMOLOGAZIONE PER LE FASI III B E IV
- 8.1. La presente sezione si applica all'omologazione dei motori a controllo elettronico che utilizzano il controllo elettronico per determinare il quantitativo e i tempi di iniezione del carburante (di seguito «il motore»). La presente sezione si applica indipendentemente dalla tecnologia utilizzata in questi motori per il rispetto dei valori limite di emissione stabiliti ai punti 4.1.2.5 e 4.1.2.6 del presente allegato.
- 8.2. **Definizioni**
- Ai fini della presente sezione si intende per:
- 8.2.1. *«strategia di controllo delle emissioni»*: l'associazione di un sistema di controllo delle emissioni con una strategia di base per il controllo delle emissioni e una serie di strategie ausiliarie per il controllo delle emissioni, integrata nel progetto generale di un motore o di una macchina mobile non stradale su cui il motore è installato;

▼ **M6**

8.2.2. *«reagente»*: qualsiasi sostanza di consumo o non recuperabile necessaria al buon funzionamento del sistema di post-trattamento e a tal fine utilizzata.

8.3. **Requisiti generali**

8.3.1. *Requisiti relativi alla strategia di base per il controllo delle emissioni*

8.3.1.1. La strategia di base per il controllo delle emissioni, attiva in tutto l'intervallo di funzionamento del motore in modalità di regime e di coppia, deve essere concepita in modo che il motore possa rispettare le disposizioni della presente direttiva.

8.3.1.2. È vietata qualsiasi strategia di base per il controllo delle emissioni che possa operare una distinzione tra il funzionamento del motore in sede di prova di omologazione standardizzata e altre condizioni di funzionamento e possa di conseguenza ridurre il livello di controllo delle emissioni quando il motore non funziona nelle condizioni effettivamente contemplate dalla procedura di omologazione.

8.3.2. *Requisiti relativi alla strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni*

8.3.2.1. Un motore o una macchina mobile non stradale può utilizzare una strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni purché tale strategia, ove attivata, modifichi la strategia di base per il controllo delle emissioni in risposta a una serie specifica di condizioni ambientali e/o di funzionamento, senza però determinare una riduzione permanente dell'efficacia del sistema di controllo delle emissioni.

a) Non si applicano i punti 8.3.2.2 e 8.3.2.3 se, in sede di prova di omologazione, si attiva la strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni.

b) Quando la strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni non si attiva in sede di prova di omologazione, deve essere dimostrato che tale strategia è attiva solo finché necessario per le finalità di cui al punto 8.3.2.3.

8.3.2.2. Le condizioni di controllo applicabili alla presente sezione sono le seguenti:

a) altitudine non superiore a 1 000 metri (o equivalente pressione atmosferica di 90 kPa);

b) temperatura ambiente compresa tra 275 K e 303 K (2 °C-30 °C);

c) temperatura del liquido di raffreddamento del motore superiore a 343 K (70 °C).

Con il motore funzionante nelle condizioni di controllo di cui alle lettere a), b) e c), l'attivazione della strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni avviene solo eccezionalmente.

▼M6

8.3.2.3. Una strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni può essere attivata, in particolare, con le seguenti finalità:

- a) mediante segnali di bordo per proteggere da danni il motore (compreso il dispositivo di trattamento dell'aria) e/o la macchina mobile non stradale, su cui il motore è installato;
- b) per la sicurezza e le strategie di funzionamento;
- c) per prevenire emissioni eccessive, in fase di avviamento a freddo, di riscaldamento o di spegnimento;
- d) in specifiche condizioni ambientali o di funzionamento e a scapito del controllo di un inquinante regolamentato, per mantenere tutti gli altri inquinanti regolamentati entro i valori limite di emissione appropriati per il motore in questione. La finalità è compensare fenomeni naturali in modo da assicurare un controllo accettabile di tutti i componenti delle emissioni.

8.3.2.4. Al momento della prova di omologazione il costruttore deve dimostrare al servizio tecnico che il funzionamento dell'eventuale strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni è conforme a quanto prescritto dal punto 8.3.2. La dimostrazione consiste in una valutazione della documentazione di cui al punto 8.3.3.

8.3.2.5. È vietato il funzionamento di una strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni non conforme al punto 8.3.2.

8.3.3. *Documentazione richiesta*

8.3.3.1. A corredo della domanda di omologazione presentata al servizio tecnico il costruttore fornisce contestualmente la documentazione informativa che illustra ogni elemento progettuale, la strategia per il controllo delle emissioni e i mezzi con i quali la strategia ausiliaria controlla, direttamente o indirettamente, le variabili di output. La documentazione informativa consta di due parti:

- a) la documentazione allegata alla domanda di omologazione deve fornire una panoramica completa della strategia per il controllo delle emissioni. Va dimostrato che sono stati identificati tutti gli output ammessi da una matrice ottenuta a partire dall'intervallo di controllo dei singoli input unitari. Queste prove devono essere allegate alla documentazione informativa di cui all'allegato II;

▼ **M6**

b) l'ulteriore materiale presentato al servizio tecnico, ma non allegato alla domanda di omologazione, deve comprendere tutti i parametri modificati da qualsiasi strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni, nonché le condizioni limite di funzionamento della strategia, e in particolare:

i) una descrizione della logica di controllo, delle strategie di temporizzazione e dei punti di commutazione in tutte le modalità di funzionamento, per quanto concerne i sistemi di alimentazione e gli altri sistemi essenziali che consentono un controllo efficace delle emissioni [ad esempio, sistema di ricircolo dei gas di scarico (EGR) o dosaggio del reagente];

ii) la motivazione dell'impiego — in rapporto al motore — di una strategia ausiliaria per il controllo delle emissioni, corredata di dati pertinenti e di prova che dimostrino l'effetto sulle emissioni allo scarico. La motivazione può essere fondata su dati di prova, su una buona analisi tecnica o su una combinazione tra questi due elementi;

iii) una descrizione particolareggiata degli algoritmi o dei sensori (se del caso) utilizzati per individuare, analizzare o diagnosticare il non corretto funzionamento del sistema di controllo degli NO_x;

iv) la tolleranza applicata per rispettare quanto prescritto dal punto 8.4.7.2, indipendentemente dai mezzi utilizzati.

8.3.3.2. L'ulteriore materiale di cui al punto 8.3.3.1, lettera b) è trattato come strettamente riservato. Deve essere messo a disposizione dell'autorità che rilascia l'omologazione su richiesta di quest'ultima. Detta autorità tratta questo materiale come materiale riservato.

8.4. **Requisiti volti a garantire il corretto funzionamento delle misure di controllo degli NO_x**

8.4.1. Il costruttore fornisce informazioni che descrivano compiutamente le caratteristiche operative funzionali delle misure di controllo degli NO_x avvalendosi dei documenti di cui all'allegato II, appendice 1, sezione 2, e appendice 3, sezione 2.

8.4.2. Se il sistema di controllo delle emissioni richiede l'uso di un reagente, le caratteristiche di tale reagente, ossia il tipo, la concentrazione in caso di reagente in soluzione, la temperatura di funzionamento e il riferimento a norme internazionali per quanto concerne la composizione e la qualità, devono essere precisate dal costruttore nell'allegato II, appendice 1, punto 2.2.1.13, e appendice 3, punto 2.2.1.13.

▼ M6

- 8.4.3. La strategia di controllo delle emissioni del motore deve funzionare in tutte le condizioni ambientali normalmente presenti nel territorio della Comunità, in particolare a basse temperature ambiente.
- 8.4.4. In caso di utilizzo di un reagente, il costruttore deve dimostrare che l'emissione di ammoniaca non supera un valore medio di 25 ppm nel previsto ciclo di prova per le emissioni della procedura di omologazione.
- 8.4.5. In caso di distinti serbatoi di reagente installati su una macchina mobile non stradale o ad essa collegati, deve essere previsto un mezzo per prelevare un campione di reagente all'interno dei serbatoi. Il punto di prelievo del campione deve essere facilmente accessibile senza richiedere l'utilizzo di strumenti o dispositivi speciali.
- 8.4.6. *Prescrizioni in materia d'uso e manutenzione*
- 8.4.6.1. Conformemente a quanto disposto dall'articolo 4, paragrafo 3, l'omologazione è subordinata alla fornitura a ogni operatore delle macchine mobili non stradali di istruzioni scritte contenenti:
- a) avvertenze dettagliate con spiegazioni sui possibili malfunzionamenti dovuti a un funzionamento, un uso o a una manutenzione impropri del motore installato, corredate dei corrispondenti interventi correttivi;
 - b) avvertenze dettagliate sull'uso improprio della macchina responsabile di possibili malfunzionamenti del motore, corredate dei corrispondenti interventi correttivi;
 - c) informazioni sul corretto uso del reagente, corredate delle istruzioni per ricaricare il reagente tra i normali intervalli di manutenzione;
 - d) un'avvertenza chiara che precisi che la scheda di omologazione rilasciata per il tipo di motore in questione è valida solo se sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:
 - i) il funzionamento, l'uso e la manutenzione del motore avvengono nel rispetto delle istruzioni fornite;
 - ii) si è intervenuti rapidamente per correggere il funzionamento, l'uso o la manutenzione impropri, in linea con gli interventi correttivi indicati nelle avvertenze di cui alle lettere a) e b);
 - iii) il motore non è stato intenzionalmente utilizzato in modo improprio, in particolare non è stato disattivato il sistema EGR o il sistema di dosaggio del reagente, né è stata omessa la loro manutenzione.

Le istruzioni devono essere redatte in modo chiaro e non tecnico, adottando la stessa terminologia utilizzata nel manuale di istruzioni del motore o della macchina mobile non stradale.

▼M6

- 8.4.7. *Controllo del reagente (se del caso)*
- 8.4.7.1. Conformemente a quanto disposto dall'articolo 4, paragrafo 3, l'omologazione è subordinata alla presenza di indicatori o altri mezzi idonei — in rapporto alla struttura della macchina mobile non stradale — che informino l'operatore:
- a) sul quantitativo di reagente residuo nel serbatoio del reagente anche mediante un'ulteriore segnalazione specifica quando il quantitativo di reagente residuo è inferiore al 10 % della capacità complessiva del serbatoio;
 - b) quando il serbatoio del reagente è vuoto o quasi vuoto;
 - c) quando, in base ai mezzi di valutazione installati, il reagente nel serbatoio non risulta conforme alle caratteristiche dichiarate e annotate nell'allegato II, appendice 1, punto 2.2.1.13, e appendice 3, punto 2.2.1.13;
 - d) dell'interruzione dell'attività di dosaggio del reagente, in casi diversi da quelli gestiti dall'unità di controllo elettronico (ECU) del motore o dal dispositivo di controllo del dosaggio, in risposta a condizioni di funzionamento del motore nelle quali non è richiesto il dosaggio del reagente, a condizione che il costruttore segnali tali condizioni di funzionamento all'autorità che rilascia l'omologazione.
- 8.4.7.2. Il costruttore attesta il rispetto delle prescrizioni concernenti la conformità del reagente alle caratteristiche dichiarate e la corrispondente tolleranza delle emissioni degli NO_x scegliendo uno dei seguenti mezzi:
- a) un mezzo diretto, quale l'impiego di un sensore della qualità del reagente;
 - b) un mezzo indiretto, quale l'impiego di un sensore degli NO_x nello scarico per valutare l'efficacia del reagente;
 - c) qualsiasi altro mezzo, purché la sua efficacia sia perlomeno pari a quella derivante dall'impiego dei mezzi di cui alle lettere a) e b) e siano rispettate le prescrizioni principali della presente sezione.



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»).

▼B*Appendice I***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

- 1.16.1. 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

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

▼ M6

- 2. MISURE ADOTTATE CONTRO L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO
- 2.1. Dispositivo per il riciclaggio dei gas del basamento: sì/no⁽¹⁾
- 2.2. Dispositivi supplementari contro l'inquinamento (se presenti e non compresi in altre voci)
 - 2.2.1. Convertitore catalitico: sì/no⁽¹⁾
 - 2.2.1.1. Marca:
 - 2.2.1.2. Tipo:
 - 2.2.1.3. Numero di convertitori ed elementi catalitici:
 - 2.2.1.4. Dimensioni e volume dei convertitori catalitici:
 - 2.2.1.5. Tipo di azione catalitica:
 - 2.2.1.6. Contenuto totale di metalli nobili:
 - 2.2.1.7. Concentrazione relativa:
 - 2.2.1.8. Substrato (struttura e materiale):
 - 2.2.1.9. Densità delle celle:
 - 2.2.1.10. Tipo di rivestimento dei convertitori catalitici:
 - 2.2.1.11. Posizione dei convertitori catalitici (ubicazione e distanza minima/massima dal motore):
 - 2.2.1.12. Intervallo di funzionamento normale (K):
 - 2.2.1.13. Reagente di consumo (se del caso): ...
 - 2.2.1.13.1. Tipo e concentrazione del reagente necessario all'azione catalitica:
 - 2.2.1.13.2. Intervallo della normale temperatura di funzionamento del reagente:
 - 2.2.1.13.3. Norma internazionale (se del caso):
 - 2.2.1.14. Sensore NO_x: sì/no⁽¹⁾
 - 2.2.2. Sensore ossigeno: sì/no⁽¹⁾
 - 2.2.2.1. Marca:
 - 2.2.2.2. Tipo:
 - 2.2.2.3. Posizione:
 - 2.2.3. Iniezione di aria: sì/no⁽¹⁾
 - 2.2.3.1. Tipo (aria ad impulsi, pompa ad aria, ecc.):
 - 2.2.4. EGR (ricircolo dei gas di scarico): sì/no⁽¹⁾
 - 2.2.4.1. Caratteristiche (refrigerazione/non refrigerazione, alta pressione/bassa pressione, ecc.):
 - 2.2.5. Trappola del particolato: sì/no⁽¹⁾

⁽¹⁾ Cancellare la risposta non pertinente.

▼ M6

- 2.2.5.1. Dimensioni e capacità della trappola del particolato:
- 2.2.5.2. Tipo e progetto della trappola del particolato:
- 2.2.5.3. Posizione (ubicazione e distanza minima/massima dal motore):
- 2.2.5.4. Metodo o sistema di rigenerazione, descrizione e/o disegno:
- 2.2.5.5. Intervallo delle temperature (K) e delle pressioni di funzionamento (kPa) normali:
- 2.2.6. Altri sistemi: sì/no ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Descrizione e funzionamento:

▼ B**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. Iniettori/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/min3.2.4.4. Regime massimo a vuoto⁽²⁾: giri/min3.2.4.5. 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.⁽¹⁾ Cancellare la risposta non pertinente

▼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.

► ⁽¹⁾ **M2**



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

⁽¹⁾ Cancellare la dicitura inutile.

▼ M6

2. MISURE ADOTTATE CONTRO L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO
- 2.1. Dispositivo per il riciclaggio dei gas del basamento: sì/no⁽¹⁾
- 2.2. Dispositivi supplementari contro l'inquinamento (se presenti e non compresi in altre voci)
- 2.2.1. Convertitore catalitico: sì/no⁽¹⁾
- 2.2.1.1. Marca:
- 2.2.1.2. Tipo:
- 2.2.1.3. Numero di convertitori ed elementi catalitici:
- 2.2.1.4. Dimensioni e volume dei convertitori catalitici:
- 2.2.1.5. Tipo di azione catalitica:
- 2.2.1.6. Contenuto totale di metalli nobili:
- 2.2.1.7. Concentrazione relativa:
- 2.2.1.8. Substrato (struttura e materiale):
- 2.2.1.9. Densità delle celle:
- 2.2.1.10. Tipo di rivestimento dei convertitori catalitici:
- 2.2.1.11. Posizione dei convertitori catalitici (ubicazione e distanza minima/massima dal motore):
- 2.2.1.12. Intervallo di funzionamento normale (K):
- 2.2.1.13. Reagente di consumo (se del caso): ...
- 2.2.1.13.1. Tipo e concentrazione del reagente necessario all'azione catalitica:
- 2.2.1.13.2. Intervallo della normale temperatura di funzionamento del reagente:
- 2.2.1.13.3. Norma internazionale (se del caso):
- 2.2.1.14. Sensore NO_x: sì/no⁽¹⁾
- 2.2.2. Sensore ossigeno: sì/no⁽¹⁾
- 2.2.2.1. Marca:
- 2.2.2.2. Tipo:
- 2.2.2.3. Posizione:
- 2.2.3. Iniezione di aria: sì/no⁽¹⁾
- 2.2.3.1. Tipo (aria ad impulsi, pompa ad aria, ecc.):
- 2.2.4. EGR (ricircolo dei gas di scarico): sì/no⁽¹⁾
- 2.2.4.1. Caratteristiche (refrigerazione/non refrigerazione, alta pressione/bassa pressione, ecc.):

⁽¹⁾ Cancellare la risposta non pertinente.

▼ M6

- 2.2.5. Trappola del particolato: sì/no ⁽¹⁾
- 2.2.5.1. Dimensioni e capacità della trappola del particolato:
- 2.2.5.2. Tipo e progetto della trappola del particolato:
- 2.2.5.3. Posizione (ubicazione e distanza minima/massima dal motore):
- 2.2.5.4. Metodo o sistema di rigenerazione, descrizione e/o disegno:
- 2.2.5.5. Intervallo delle temperature (K) e delle pressioni di funzionamento (kPa) normali:
- 2.2.6. Altri sistemi: sì/no ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Descrizione e funzionamento:

▼ B

- 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. *Iniettori/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.► ⁽¹⁾ **M2**⁽¹⁾ Cancellare la risposta non pertinente

▼ B

- 3.3. Sistema di avviamento a freddo
 - 3.3.1. Marca (marche):
 - 3.3.2. Tipo/i:
 - 3.3.3. Descrizione:
- ▶⁽⁴⁾ 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 ◀
- ▶⁽⁵⁾ 5. ◀ DISTRIBUZIONE
 - ▶⁽⁵⁾ 5.1. ◀ Alzata massima e angoli di apertura e chiusura riferiti ai punti morti o dati equivalenti:
 - ▶⁽⁵⁾ 5.2. ◀ Intervalli di riferimento e/o di regolazione⁽¹⁾:
 - ▶⁽⁵⁾ 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 ◀
- ▶⁽⁶⁾ 6. CONFIGURAZIONE LUCI
 - 6.1. Posizione, dimensione e numero ◀
- ▶⁽⁷⁾ 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

▼ M6

- 1.1. Il presente allegato descrive il metodo per la determinazione delle emissioni di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotte dal motore sottoposto a prova.

Si applicano i seguenti cicli di prova:

- un ciclo NRSC (ciclo stazionario non stradale) per la misurazione delle emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossidi di azoto e particolato si applica nelle fasi I, II, III A, III B e IV per i motori descritti nell'allegato I, sezione 1.A, punti i) e ii),
- un ciclo NRTC (ciclo transitorio non stradale) per la misurazione delle emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossidi di azoto e particolato si applica nelle fasi III B e IV per i motori descritti nell'allegato I, sezione 1.A, punto i),
- per i motori destinati a essere installati in navi della navigazione interna, si applica il procedimento di prova ISO di cui alla norma ISO 8178-4:2002 e alla convenzione IMO ⁽¹⁾ MARPOL ⁽²⁾ 73/78, allegato VI (codice tecnico NO_x),
- per i motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie, si applica un ciclo NRSC per la misurazione degli inquinanti gassosi e del particolato inquinante nelle fasi III A e III B,
- per i motori destinati alla propulsione di locomotive, si applica un ciclo NRSC per la misurazione degli inquinanti gassosi e del particolato inquinante nelle fasi III A e III B.

▼ B

- 1.2. La prova viene eseguita con il motore montato su banco di prova e collegato ad un dinamometro.

⁽¹⁾ IMO: Organizzazione marittima internazionale.

⁽²⁾ MARPOL: Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi.

▼ M3**▼ C2**

1.3.

Principio di misurazione:

Le emissioni del condotto di scarico del motore da misurare comprendono i componenti gassosi (monossido di carbonio, somma degli idrocarburi e degli ossidi di azoto) e il particolato. Inoltre, il biossido di carbonio spesso è usato come gas tracciante per determinare il rapporto di diluizione e per sistemi di diluizione a flusso totale. La buona pratica ingegneristica raccomanda la misura generale del biossido di carbonio quale ottimo strumento per rilevare problemi di misurazione durante l'esecuzione della prova.

1.3.1.

Prova NRSC:

Durante una sequenza prescritta di condizioni di funzionamento del motore a caldo, si esaminano in continuo le emissioni allo scarico di cui sopra prelevando un campione dal gas di scarico grezzo. Il ciclo di prova è costituito da un certo numero di modalità di regime e di coppia (carico) che coprono l'intervallo tipico di funzionamento dei motori diesel. Durante ciascuna modalità, si determinano la concentrazione di ciascun inquinante gassoso, la portata di scarico e la potenza, ponderando i valori misurati. Il campione di particolato viene diluito con aria ambiente condizionata. Si preleva un unico campione durante l'intero procedimento di prova raccogliendolo su filtri adatti.

In alternativa, si preleva un campione su filtri separati (uno per ciascuna modalità) e si calcolano i risultati ponderati sul ciclo.

I grammi di ciascun inquinante emesso per chilowattora sono calcolati come descritto nell'appendice 3 del presente allegato.

▼ M6

1.3.2.

Prova NRTC:

il ciclo transitorio prescritto, rigorosamente basato sulle condizioni di funzionamento dei motori diesel installati su macchine non stradali, viene eseguito due volte:

— la prima volta (avviamento a freddo) dopo che il motore ha raggiunto la temperatura ambiente e le temperature del refrigerante e del lubrificante, dei sistemi di post-trattamento e di tutti i dispositivi ausiliari di controllo del motore si sono stabilizzate tra i 20 °C e i 30 °C,

— la seconda volta (avviamento a caldo) dopo una sosta a caldo (hot soak) di venti minuti che inizia immediatamente dopo il completamento del ciclo con avviamento a freddo.

▼ M6

Durante questa sequenza di prova si esaminano gli inquinanti suddetti. La sequenza di prova comporta un ciclo con avviamento a freddo effettuato dopo un raffreddamento naturale o forzato del motore, un periodo di sosta a caldo (hot soak) e un ciclo con avviamento a caldo, con conseguente calcolo delle emissioni combinate. Utilizzando i segnali di retroazione di coppia motrice e velocità del dinamometro per motori, si integra la potenza rispetto al tempo del ciclo e si ottiene così il lavoro prodotto dal motore durante il ciclo. Durante il ciclo le concentrazioni dei componenti gassosi sono determinate nel gas di scarico grezzo integrando il segnale dell'analizzatore secondo quanto descritto nell'appendice 3 del presente allegato oppure nel gas di scarico diluito di un sistema CVS di diluizione a flusso pieno mediante integrazione o campionamento con sacca a norma dell'appendice 3 del presente allegato. Per il particolato si raccoglie un campione proporzionale dal gas di scarico diluito su un determinato filtro, mediante diluizione a flusso parziale o totale. A seconda del metodo impiegato, durante il ciclo viene determinata la portata del gas di scarico diluito o non diluito per calcolare i valori massici di emissione degli inquinanti. Riferendo i valori massici di emissione al lavoro del motore si ottengono i grammi di ciascun inquinante emessi per chilowattora.

Le emissioni (g/kWh) sono misurate durante il ciclo con avviamento sia a freddo sia a caldo. Le emissioni combinate ponderate sono calcolate attribuendo ai risultati con avviamento a freddo una ponderazione del 10 % e ai risultati con avviamento a caldo una ponderazione del 90 %. I risultati combinati ponderati devono essere conformi ai valori limite prescritti.

▼ B2. **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:

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

▼ B

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

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

▼ M3**▼ C2**2.2.3. *Motori con raffreddamento dell'aria di sovralimentazione*

Si registra la temperatura dell'aria di alimentazione che, al regime della potenza massima dichiarata e a pieno carico, deve coincidere entro ± 5 K con la temperatura massima dell'aria di alimentazione specificata dal costruttore. La temperatura del fluido di raffreddamento non deve essere inferiore a 293 K (20 °C).

Se si usa un impianto di condizionamento dell'aria di alimentazione proprio della sala prova o un ventilatore estraneo al motore in prova, la temperatura dell'aria di alimentazione, al regime della potenza massima dichiarata e a pieno carico, deve essere regolata entro ± 5 K dalla temperatura massima dell'aria di alimentazione specificata dal costruttore. La temperatura del refrigerante e la portata del gas del dispositivo di raffreddamento dell'aria di sovralimentazione al set point suddetto non sono modificate per tutta la durata del ciclo di prova. Il volume del dispositivo di raffreddamento dell'aria di sovralimentazione si basa sulla buona pratica ingegneristica e su tipiche applicazioni su veicoli e macchine.

Facoltativamente, la regolazione del dispositivo di raffreddamento dell'aria di sovralimentazione può eseguirsi in conformità della norma SAE J 1937, pubblicata a gennaio 1995.

▼ B2.3. **Sistema di immissione aria del motore****▼ M3****▼ C2**

Il motore di prova deve essere munito di un sistema di immissione dell'aria che presenti una restrizione dell'immissione situata entro ± 300 Pa dal valore 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. Le restrizioni devono essere regolate a regime nominale e a pieno carico. Si può utilizzare un sistema di sala prova purché esso riproduca le effettive condizioni di funzionamento del motore.

▼ B2.4. **Sistema di scarico nel motore****▼ M3****▼ C2**

Il motore sottoposto alla prova è munito di un sistema di scarico con una contropressione allo scarico situata entro ± 650 Pa dal valore specificato dal costruttore come corrispondente alle condizioni di funzionamento del motore che producono la potenza massima dichiarata.

Se il motore è provvisto di dispositivo di post-trattamento dei gas di scarico, il condotto di scarico ha il diametro rilevato durante l'uso per una lunghezza pari ad almeno 4 diametri del tubo a monte dell'inizio della sezione di espansione che contiene il dispositivo post-trattamento. La distanza dalla flangia del collettore di scarico o dall'uscita del turbocompressore al dispositivo di post-trattamento dello scarico deve essere uguale a quella utilizzata nella configurazione della macchina o compresa entro le specifiche di distanza del costruttore. La contropressione o limitazione allo scarico deve seguire gli stessi criteri di cui sopra e può venire regolata con una valvola. Il contenitore di post-trattamento può venire rimosso durante prove preparatorie e durante la mappatura del motore e sostituito con un contenitore equivalente avente un supporto di catalizzatore inattivo.

▼ B2.5. **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).

▼ M3**▼ C2**

▼ C2

3. ESECUZIONE DELLA PROVA (PROVA NRSC)

3.1. **Determinazione delle regolazioni al dinamometro**

La base per la misurazione delle emissioni è la potenza al freno non corretta, a norma ISO 14396: 2002.

Per lo svolgimento della prova occorre eliminare determinati dispositivi ausiliari che risultano necessari solo per il funzionamento della macchina e che possono essere montati sul motore. Il seguente elenco non tassativo è dato a titolo di esempio:

- compressore aria dei freni,
- compressore del servosterzo,
- compressore del condizionatore d'aria,
- pompe per attuatori idraulici.

Se tali dispositivi ausiliari non vengono smontati, si calcola la potenza che assorbono alla velocità di prova 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 ai limiti superiori specificati dal costruttore, conformemente ai punti 2.3 e 2.4.

I valori massimi della coppia 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 rilascia l'omologazione.

▼ B**► M3 ► C2 3.2. ◀ ◀ 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.

► M3 ► C2 3.3. ◀ ◀ 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.

► M3 ► C2 3.4. ◀ ◀ 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).

▼ M3**▼ C2**

3.5.

Regolazione del rapporto di diluizione

Con il metodo a filtro singolo, il sistema di campionamento del particolato deve essere in funzione in by-pass (facoltativo con il metodo a filtri multipli). 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 la prova. Se l'aria di diluizione non è filtrata, la misura deve essere eseguita su un campione prelevato per la durata della prova.

L'aria di diluizione viene regolata in modo da ottenere in ciascuna modalità una temperatura della superficie del filtro compresa tra 315 K (42 °C) e 325 K (52 °C). Il rapporto totale di diluizione non deve essere inferiore a quattro.

Nota: Per il procedimento in regime stazionario, anziché entro l'intervallo di temperature compreso tra 42 °C e 52 °C, la temperatura del filtro può essere mantenuta al livello massimo di 325 K (52 °C) o al di sotto di tale livello.

▼ C2

Per i metodi a filtro singolo e a filtri multipli, in tutte le modalità la portata massica del campione attraverso il filtro deve essere in un rapporto costante rispetto alla portata massica dello scarico diluito per sistemi a flusso pieno. Questo rapporto di massa non deve presentare variazioni superiori a $\pm 5\%$ rispetto al valore medio della rispettiva modalità, salvo per i primi 10 secondi di ciascuna modalità nei sistemi non dotati di by-pass. Per sistemi a diluizione parziale del flusso nel metodo a filtro singolo, la portata massica attraverso il filtro è costante con un'approssimazione del $\pm 5\%$ rispetto al valore medio della rispettiva modalità, salvo per i primi 10 secondi in ciascuna modalità per sistemi non dotati di by-pass.

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.

▼ B**► M3 ► C2 3.6. ◀ ◀ Controllo degli analizzatori**

Gli analizzatori delle emissioni devono essere azzerati e calibrati.

► M3 ► C2 3.7. ◀ ◀ Ciclo di prova**▼ M6**

3.7.1. *Specifiche delle macchine conformemente all'allegato I, sezione 1.A*

3.7.1.1. **Specifica A**

Per i motori di cui all'allegato I, sezione 1.A, punti i) e iv), il motore sottoposto a prova viene fatto funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 8 modalità ⁽¹⁾:

⁽¹⁾ Identico al ciclo C1 di cui al punto 8.3.1.1. della norma ISO 8178-4:2007 (rettifica 2008-07-01).

▼ **M6**

| Modalità numero | Regime del motore (giri/minuto) | Carico (%) | Fattore di ponderazione |
|-----------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | Nominale o di riferimento (*) | 100 | 0,15 |
| 2 | Nominale o di riferimento (*) | 75 | 0,15 |
| 3 | Nominale o di riferimento (*) | 50 | 0,15 |
| 4 | Nominale o di riferimento (*) | 10 | 0,10 |
| 5 | Intermedio | 100 | 0,10 |
| 6 | Intermedio | 75 | 0,10 |
| 7 | Intermedio | 50 | 0,10 |
| 8 | Minimo | — | 0,15 |

(*) Il regime di riferimento è definito nell'allegato III, punto 4.3.1.

3.7.1.2.

Specifica B

Per i motori di cui all'allegato I, sezione 1.A, punto ii), il motore sottoposto a prova viene fatto funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 5 modalità ⁽¹⁾:

| Modalità numero | Regime del motore (giri/minuto) | Carico (%) | Fattore di ponderazione |
|-----------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | Regime nominale | 100 | 0,05 |
| 2 | Regime nominale | 75 | 0,25 |
| 3 | Regime nominale | 50 | 0,30 |
| 4 | Regime nominale | 25 | 0,30 |
| 5 | Regime nominale | 10 | 0,10 |

I valori di carico sono espressi 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 stabiliti e alle condizioni ambiente stabilite, con la manutenzione effettuata secondo le disposizioni del costruttore.

3.7.1.3.

Specifica C

Per i motori di propulsione ⁽²⁾ destinati a essere installati in navi della navigazione interna si applica il procedimento di prova ISO di cui alla norma ISO 8178-4:2002 e alla convenzione IMO MARPOL 73/78, allegato VI (codice tecnico NOx).

⁽¹⁾ Il regime di riferimento è definito nell'allegato III, punto 4.3.1.

⁽²⁾ I motori ausiliari a velocità costante devono essere certificati conformi al ciclo di lavoro ISO D2, ossia al ciclo in regime stazionario a 5 modalità specificato al punto 3.7.1.2, mentre i motori ausiliari a velocità variabile devono essere certificati conformi al ciclo di lavoro ISO C1, ossia al ciclo in regime stazionario di 8 modalità specificato al punto 3.7.1.1.

▼ **M6**

I motori di propulsione che operano secondo una curva di potenza di elica a passo fisso sono testati su un dinamometro che utilizza il seguente ciclo in regime stazionario a 4 modalità ⁽¹⁾, sviluppato per rappresentare il funzionamento in condizioni d'uso dei motori diesel marini disponibili in commercio.

| Modalità numero | Regime del motore (giri/minuto) | Carico (%) | Fattore di ponderazione |
|-----------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | 100 % (nominale) | 100 | 0,20 |
| 2 | 91 % | 75 | 0,50 |
| 3 | 80 % | 50 | 0,15 |
| 4 | 63 % | 25 | 0,15 |

I motori di propulsione a velocità fissa, con eliche a passo variabile o accoppiate elettricamente, destinati alla navigazione interna sono testati su un dinamometro che utilizza il seguente ciclo in regime stazionario a 4 modalità ⁽²⁾, caratterizzato dallo stesso livello di carico e dagli stessi fattori di ponderazione del ciclo precedente, ma con motore funzionante in ciascuna modalità a regime nominale:

| Modalità numero | Regime del motore (giri/minuto) | Carico (%) | Fattore di ponderazione |
|-----------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | Regime nominale | 100 | 0,20 |
| 2 | Regime nominale | 75 | 0,50 |
| 3 | Regime nominale | 50 | 0,15 |
| 4 | Regime nominale | 25 | 0,15 |

3.7.1.4.

Specifica D

Per i motori di cui all'allegato I, sezione 1.A, punto v), il motore sottoposto a prova viene fatto funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 3 modalità ⁽³⁾:

| Modalità numero | Regime del motore (giri/minuto) | Carico (%) | Fattore di ponderazione |
|-----------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | Regime nominale | 100 | 0,25 |
| 2 | Intermedio | 50 | 0,15 |
| 3 | Minimo | — | 0,60 |

⁽¹⁾ Identico al ciclo E3 descritto ai punti 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3 della norma ISO 8178-4: 2002(E). Le quattro modalità si fondano su una curva di potenza media dell'elica basata su misurazioni in condizioni di funzionamento.

⁽²⁾ Identico al ciclo E2 descritto ai punti 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3 della norma ISO 8178-4: 2002(E).

⁽³⁾ Identico al ciclo F della norma ISO 8178-4: 2002(E).

▼ B**► M3 ► C2** 3.7.2. ◀ ◀ *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 ► M3 ► C2 3.7.3. ◀ ◀ *Sequenza di prova* ◀**▼ M3**
▼ C2

Avviare la sequenza di prova. La prova viene eseguita in ordine di numero di modo sopraindicato per i cicli di prova.

Durante ciascun modo del ciclo di prova in questione, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: $\pm 1\%$ 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 $\pm 2\%$ 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 estesa nella misura necessaria.

La durata di ciascun modo 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 del modo.

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 loro 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.

▼ B**► M3 ► C2 3.7.4. ◀ ◀ 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.

► M3 ► C2 3.7.5. ◀ ◀ 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.

► M3 ► C2 3.7.6. ◀ ◀ 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).

► M3 ► C2 3.8. ◀ ◀ 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 %.

▼M3

▼C2

4. ESECUZIONE DELLA PROVA (PROVA NRTC)

4.1. **Introduzione**

Il ciclo transitorio non stradale (NRTC) è descritto all'allegato III, appendice 4, quale sequenza secondo per secondo di valori normalizzati di regime e coppia applicabili a tutti i motori diesel che rientrano nel campo di applicazione della presente direttiva. Per eseguire la prova su una cella di prova per motori, i valori normalizzati sono convertiti in valori effettivi per lo specifico motore sottoposto alla prova, sulla base della curva di mappatura del motore. Tale conversione è denominata denormalizzazione e il ciclo di prova sviluppato si denomina ciclo di riferimento del motore da sottoporre alla prova. Con questi valori di riferimento di regime e di coppia, si esegue il ciclo sulla cella di prova e si registrano i valori di retroazione di regime e di coppia. Per convalidare l'esecuzione della prova, successivamente al completamento della prova si esegue un'analisi di regressione fra i valori di riferimento e di retroazione di regime e di coppia.

4.1.1. È vietato l'uso di impianti di manipolazione o di strategie contraddittorie di controllo delle emissioni.

4.2. **Procedimento di mappatura del motore**

Al momento di generare il NRTC sulla cella di prova, si provvede alla mappatura del motore prima di eseguire il ciclo di prova per determinare la curva della coppia in funzione della velocità.

4.2.1. *Determinazione dell'intervallo dei regimi di mappatura*

I regimi minimo e massimo di mappatura sono definiti come segue:

regime minimo di mappatura = regime di minimo;

regime massimo di mappatura = si adotta il valore minore fra $n_{hi} \times 1,02$ e il regime al quale la coppia a pieno carico cade a zero (dove n_{hi} è il regime elevato, definito quale il regime più elevato del motore in grado di fornire il 70 % della potenza nominale).

▼ C24.2.2. *Curva di mappatura del motore*

Il motore viene riscaldato alla potenza massima per stabilizzarne i parametri secondo le raccomandazioni del costruttore e la buona pratica ingegneristica. Quando il motore è stabilizzato, la mappatura del motore viene effettuata secondo i seguenti procedimenti:

4.2.2.1. *Mappatura in transitorio*

- a) Si toglie il carico al motore e lo si fa funzionare al minimo.
- b) Il motore è fatto funzionare alla minima velocità di mappatura in condizioni di pieno carico.
- c) Si aumenta la velocità del motore ad una media di 8 ± 1 min-1/s dal minimo al massimo regime di mappatura. Si registrano la velocità e la coppia ad una frequenza di campionamento di almeno un punto al secondo.

4.2.2.2. *Mappatura a gradini*

- a) Si toglie il carico al motore e lo si fa funzionare al minimo.
- b) Il motore è fatto funzionare alla minima velocità di mappatura in condizioni di pieno carico.
- c) Mantenendo le condizioni di pieno carico, la velocità minima di mappatura è mantenuta per almeno 15 secondi e si registra il valore medio della coppia durante gli ultimi 5 secondi. La curva massima di coppia dal minimo al massimo regime di mappatura è determinata in incrementi di velocità inferiori o uguali a 100 ± 20 /min. Ogni punto di prova è mantenuto per almeno 15 secondi e si registra il valore medio della coppia durante gli ultimi 5 secondi.

4.2.3. *Generazione della curva di mappatura*

Tutti i punti dato registrati al punto 4.2.2 sono collegati mediante interpolazione lineare tra i punti. La curva di coppia risultante è la curva di mappatura da usarsi per convertire i valori di coppia normalizzati della tabella della macchina dinamometrica dell'allegato IV nei valori di coppia effettivi per il ciclo di prova, come descritto al punto 4.3.3.

▼ C24.2.4. *Mappatura alternativa*

Se un costruttore ritiene che le tecniche di mappatura di cui sopra non siano sicure o non siano rappresentative di un dato motore, si possono usare tecniche alternative. Tali tecniche di mappatura devono soddisfare lo scopo delle procedure di mappatura specificate, cioè determinare la coppia massima disponibile a tutti i regimi del motore realizzati durante i cicli di prova. Deviazioni dalle tecniche di mappatura specificate nella presente sezione per motivi di sicurezza o rappresentatività devono essere approvate dagli organismi competenti insieme con la motivazione del loro uso. In nessun caso, tuttavia, la curva di coppia deve essere mappata mediante regimi discendenti del motore per motori regolati o turbocompressi.

4.2.5. *Prove ripetitive*

Non è necessario mappare un motore prima di ciascun ciclo di prova. Occorre rimappare un motore prima del ciclo di prova se:

— è trascorso un tempo irragionevole da quando è stata determinata l'ultima mappatura, secondo una valutazione ingegneristica, oppure

— il motore è stato sottoposto a modifiche fisiche o ritature che potrebbero influire sulle prestazioni.

4.3. **Generazione del ciclo di prova di riferimento****▼ M6**4.3.1. *Regime di riferimento*

Il regime di riferimento (n_{ref}) corrisponde ai valori normalizzati di regime al 100 % specificati nella tabella del dinamometro dell'allegato III, appendice 4. Il ciclo effettivo del motore risultante dalla denormalizzazione sul regime di riferimento dipende in larga misura dalla selezione del regime di riferimento adeguato. Il regime di riferimento viene determinato con la seguente formula:

$$n_{ref} = \text{basso regime} + 0,95 \times (\text{alto regime} - \text{basso regime})$$

(Per alto regime s'intende il regime massimo del motore in corrispondenza del quale viene erogato il 70 % della potenza nominale e per basso regime si intende il regime minimo del motore in corrispondenza del quale viene erogato il 50 % della potenza nominale).

Se il regime di riferimento misurato si scosta al massimo del ± 3 % dal regime di riferimento dichiarato dal costruttore, per la prova delle emissioni si può utilizzare il regime di riferimento dichiarato. Se questa tolleranza viene superata, per la prova delle emissioni va utilizzato il regime di riferimento misurato ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Prescrizione conforme alla norma ISO 8178-11:2006.

▼ **C2**4.3.2. *Denormalizzazione del regime del motore*

Il regime è denormalizzato usando la seguente equazione:

$$\text{Regime effettivo} = \frac{\% \text{ velocità} \times (\text{veloc. di riferim.} - \text{veloc. al min.})}{100} + \text{veloc. al min}$$

4.3.3. *Denormalizzazione della coppia del motore*

I valori della coppia di cui alla tabella della macchina dinamometrica dell'allegato III, appendice 4, sono denormalizzati sulla coppia massima al rispettivo regime. I valori di coppia del ciclo di riferimento devono essere denormalizzati nel modo seguente, utilizzando la curva di mappatura determinata secondo il punto 4.2.2:

$$\text{Coppia effettiva} = \frac{\% \text{ coppia} \times \text{coppia mass.}}{100} \quad (5)$$

per il rispettivo regime effettivo determinato al punto 4.3.2.

4.3.4. *Esempio di procedimento di denormalizzazione*

A mo' di esempio, viene denormalizzato il seguente punto sperimentale:

% regime = 43 %

% coppia = 82 %

Dati i seguenti valori:

Regime di riferimento = 2 200/min

regime di minimo = 600/min

si ottiene:

$$\text{regime effettivo} = \frac{43 \times (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ /min}$$

con la coppia massima di 700 Nm osservata dalla curva di mappatura a 1 288/min

$$\text{coppia effettiva} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

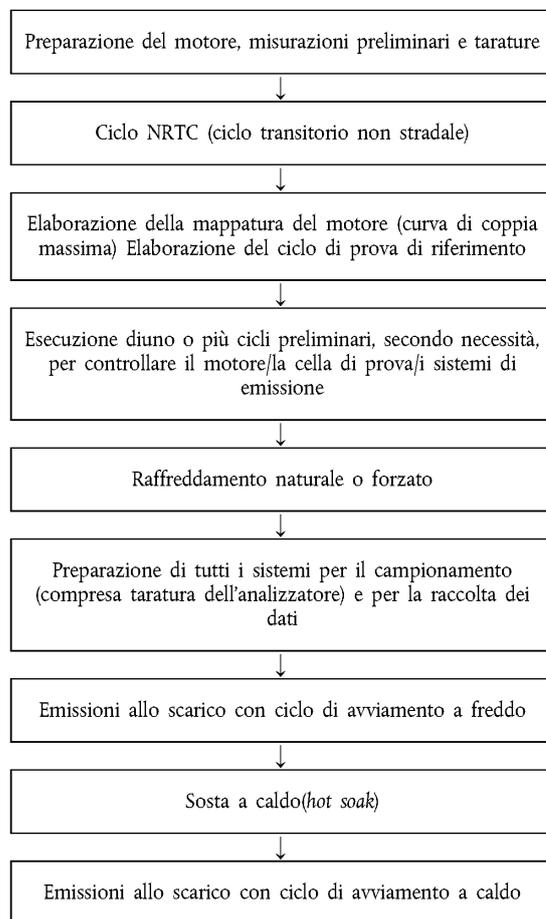
4.4. **Dinamometro**

4.4.1. Quando si usa una cella di carico, il segnale di coppia viene trasferito all'asse del motore e si prende in considerazione l'inerzia del dinamometro. La coppia effettiva del motore è quella rilevata sulla cella di carico sommata al momento di inerzia del freno e moltiplicata per l'accelerazione angolare. Il sistema di controllo deve effettuare questo calcolo in tempo reale.

4.4.2. Se il motore è sottoposto a prova con un dinamometro a correnti parassite, si raccomanda che, ove la differenza $T_{sp} - 2 \times \pi \times \dot{n}_{sp} \times \Theta_D$ sia minore di - 5 % della coppia massima, il numero di punti non sia superiore a 30 (ove T_{sp} è la coppia ricercata, \dot{n}_{sp} è la derivata della velocità del motore Θ_D è l'inerzia rotazionale del dinamometro a correnti parassite).

▼ M64.5. **Esecuzione della prova delle emissioni**

Il seguente diagramma illustra la sequenza della prova.



Si possono eseguire uno o più cicli preliminari, secondo necessità, per controllare il motore, la cella di prova e i sistemi di emissione prima del ciclo di misurazione.

4.5.1. *Preparazione dei filtri di campionamento*

Almeno un'ora prima della prova, ciascun filtro deve essere introdotto in una piastra di Petri protetta dalle polveri ma tale da permettere il ricambio dell'aria, per poi essere posto in una camera di pesata per la stabilizzazione. Al termine del periodo di stabilizzazione, ciascun filtro viene pesato e il peso viene registrato. Il filtro viene poi conservato in una piastra di Petri chiusa o in un portafiltri sigillato fino al momento della prova. Il filtro deve essere usato entro otto ore dalla rimozione dalla camera di pesata. Va registrata la tara.

▼ M6

- 4.5.2. *Installazione dell'apparecchiatura di misurazione*
- La strumentazione e le sonde di campionamento devono essere installate nel modo prescritto. Il condotto di scarico deve essere collegato al sistema di diluizione a flusso pieno, se usato.
- 4.5.3. *Avvio del sistema di diluizione*
- Avviare il sistema di diluizione. La portata del totale dei gas di scarico diluiti di un sistema di diluizione a flusso pieno o la portata dei gas di scarico diluiti attraverso un sistema di diluizione a flusso parziale deve essere regolata in modo da eliminare la condensazione dell'acqua nel sistema e ottenere una temperatura superficiale del filtro compresa fra 315 K (42 °C) e 325 K (52 °C).
- 4.5.4. *Avvio del sistema di campionamento del particolato*
- Avviare il sistema di campionamento del particolato, facendolo funzionare in by-pass. Il livello di fondo del particolato nell'aria di diluizione può essere determinato campionando l'aria di diluizione prima dell'ingresso del gas di scarico nel tunnel di diluizione. È preferibile raccogliere il campione del particolato di fondo durante il ciclo transitorio in caso si abbia a disposizione un altro sistema di campionamento del particolato. Altrimenti si può utilizzare il sistema di campionamento del particolato utilizzato per la raccolta del particolato nel ciclo transitorio. Se si utilizza aria di diluizione filtrata, una misurazione può essere effettuata prima o dopo la prova. Se l'aria di diluizione non è filtrata, le misurazioni devono essere eseguite prima dell'inizio e dopo la fine del ciclo, provvedendo poi a calcolare la media dei valori.
- 4.5.5. *Controllo degli analizzatori*
- Gli analizzatori delle emissioni devono essere azzerati e calibrati. Se si usano sacche di campionamento, occorre vuotarle.
- 4.5.6. *Prescrizioni in materia di raffreddamento*
- Il raffreddamento può essere ottenuto in modo naturale o forzato. Per il raffreddamento forzato si utilizzano sistemi basati su una valida valutazione tecnica, che consistono nel soffiare aria fredda sul motore, nel far circolare olio freddo nel sistema di lubrificazione del motore, nel raffreddare il fluido refrigerante nel sistema di raffreddamento del motore e nel raffreddare il sistema di post-trattamento dei gas di scarico. Nel caso del raffreddamento forzato del sistema di post-trattamento, l'aria di raffreddamento non deve essere applicata fino a quando la temperatura del sistema di post-trattamento non sia scesa al di sotto della temperatura di attivazione catalitica. Non è ammesso l'uso di procedimenti di raffreddamento che determinino emissioni non rappresentative.

▼M6

La prova delle emissioni allo scarico del ciclo con avviamento a freddo può iniziare, dopo il raffreddamento, solo quando le temperature del lubrificante del motore, del fluido refrigerante e dei sistemi di post-trattamento si sono stabilizzate fra 20 °C e 30 °C per un periodo minimo di quindici minuti.

4.5.7. *Esecuzione del ciclo*4.5.7.1. *Ciclo con avviamento a freddo*

La sequenza di prova inizia con il ciclo con avviamento a freddo al termine del raffreddamento, quando risultano soddisfatte tutte le condizioni descritte al punto 4.5.6.

Il motore va avviato secondo la procedura di avviamento raccomandata dal costruttore nel manuale d'uso utilizzando un motorino di avviamento di serie o il dinamometro.

Appena accertato l'avvenuto avviamento del motore, far partire il timer del minimo a vuoto. Il motore va lasciato girare liberamente con carico nullo per 23 ± 1 secondi. Iniziare il ciclo transitorio in modo che la prima rilevazione non al minimo del ciclo intervenga dopo 23 ± 1 secondi. Il tempo di funzionamento al minimo a vuoto è compreso nei 23 ± 1 secondi.

La prova è eseguita secondo il ciclo di riferimento illustrato nell'allegato III, appendice 4. I set point di regime e di coppia devono essere impostati a una frequenza di 5 Hz o maggiore (valore raccomandato 10 Hz). I set point si calcolano per interpolazione lineare fra le regolazioni a 1 Hz del ciclo di riferimento. La retroazione del regime e della coppia va registrata almeno una volta al secondo durante il ciclo di prova, e i segnali possono essere filtrati elettronicamente.

4.5.7.2. *Risposta dell'analizzatore*

All'avviamento del motore, si avviano simultaneamente le apparecchiature di misurazione:

- si avvia la raccolta o l'analisi dell'aria di diluizione, in caso di utilizzazione di un sistema di diluizione a flusso pieno,
- si avvia la raccolta o l'analisi del gas di scarico grezzo o diluito, a seconda del metodo usato,
- si avvia la misurazione della quantità di gas di scarico diluito e delle temperature e pressioni prescritte,

▼ M6

- si avvia la registrazione della portata massica del gas di scarico, in caso di utilizzazione dell'analisi del gas di scarico grezzo,

- si avvia la registrazione dei dati di retroazione di regime e coppia del banco dinamometrico.

In caso di utilizzazione della misurazione del gas di scarico grezzo, le concentrazioni delle emissioni (HC, CO e NO_x) e la portata massica del gas di scarico vanno misurate in continuo e archiviate con una frequenza di almeno 2 Hz in un sistema informatico. Tutti gli altri dati possono essere registrati con una frequenza di campionamento di almeno 1 Hz. Per quanto concerne gli analizzatori analogici, la risposta viene registrata e i dati di taratura possono essere applicati on line oppure off line in sede di valutazione dei dati.

Se si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, HC e NO_x vanno misurati in continuo nel tunnel di diluizione con una frequenza minima di 2 Hz. Le concentrazioni medie vengono determinate mediante integrazione dei segnali dell'analizzatore su tutto il ciclo di prova. Il tempo di risposta del sistema non deve essere superiore a 20 secondi e deve essere coordinato con le fluttuazioni di flusso del CVS e con gli scarti tra tempo di campionamento e ciclo di prova, se necessario. CO e CO² vanno determinati mediante integrazione o mediante analisi delle concentrazioni nella sacca di campionamento raccolte su tutto il ciclo. Le concentrazioni degli inquinanti gassosi presenti nell'aria di diluizione vanno determinate mediante integrazione o mediante raccolta nella sacca del fondo. Tutti gli altri parametri da misurare devono essere registrati con un minimo di una misurazione al secondo (1 Hz).

4.5.7.3.

Campionamento del particolato

All'avviamento del motore, commutare il sistema di campionamento del particolato da bypass a raccolta del particolato.

Se si usa un sistema di diluizione a flusso parziale, regolare la o le pompe di campionamento in modo che la portata attraverso la sonda di campionamento del particolato o il tubo di trasferimento si mantenga proporzionale alla portata massica dello scarico.

Se si usa un sistema di diluizione a flusso pieno, regolare la o le pompe di campionamento in modo da mantenere la portata attraverso la sonda di campionamento del particolato o il tubo di trasferimento entro $\pm 5\%$ della portata impostata. Se si usa la compensazione del flusso (cioè il controllo proporzionale del flusso del campione), si deve dimostrare che il rapporto tra il flusso nel tunnel principale e il flusso del campione di particolato non si scosta di oltre $\pm 5\%$ dal valore stabilito (salvo per i primi 10 secondi del campionamento).

▼M6

NOTA: In caso di doppia diluizione, il flusso del campione è la differenza netta tra la portata attraverso i filtri del campione e la portata dell'aria di diluizione secondaria.

Registrare la temperatura e la pressione medie all'ingresso del o dei misuratori del gas o della strumentazione di controllo del flusso. Se la portata impostata non può venire mantenuta per tutto il ciclo (con un margine di $\pm 5\%$) a causa di un carico elevato di particolato sul filtro, la prova deve essere annullata. Si esegue di nuovo la prova utilizzando una portata minore e/o un filtro di diametro maggiore.

4.5.7.4. Arresto del motore durante il ciclo di prova con avviamento a freddo

Se il motore si arresta in qualsiasi momento durante il ciclo di prova con avviamento a freddo, occorre preconditionare il motore e procedere nuovamente al raffreddamento. Infine va riavviato il motore e si ripete la prova. In caso di cattivo funzionamento di una qualsiasi delle apparecchiature di prova necessarie durante il ciclo di prova, la prova deve essere annullata.

4.5.7.5. Operazioni da eseguire dopo il ciclo con avviamento a freddo

Terminato il ciclo della prova con avviamento a freddo, interrompere la misurazione della portata massica del gas di scarico, del volume di gas di scarico diluito, del flusso di gas nelle sacche di raccolta e nella pompa di campionamento del particolato. Se si usa un analizzatore integratore, continuare il campionamento fino a quando non siano conclusi i tempi di risposta del sistema.

Se si usano le sacche di raccolta, le concentrazioni devono essere analizzate quanto prima e in ogni caso entro 20 minuti dal termine del ciclo di prova.

Dopo la prova delle emissioni, ricontrollare gli analizzatori con un gas di azzeramento e lo stesso gas di calibrazione. La prova è considerata accettabile se la differenza tra i risultati ottenuti prima e dopo la prova è inferiore al 2 % del valore del gas di calibrazione.

I filtri del particolato devono essere riportati nella camera di pesata entro un'ora dal completamento della prova. Essi vanno condizionati in una piastra di Petri, protetta dalle polveri ma tale da permettere il ricambio dell'aria, per almeno un'ora prima di essere pesati. Registrare il peso lordo dei filtri.

▼ M64.5.7.6. Sosta a caldo (*hot soak*)

Subito dopo lo spegnimento del motore, spegnere la o le ventole di raffreddamento del motore e la soffiante del CVS eventualmente utilizzate (oppure scollegare il sistema di scarico dal CVS).

Effettuare una sosta a caldo per 20 ± 1 minuti. Preparare il motore e il dinamometro per la prova con avviamento a caldo. Collegare le sacche di campionamento svuotate ai sistemi di raccolta dei campioni di scarico diluito e di aria di diluizione. Avviare il CVS (ove impiegato o non già acceso) oppure collegare il sistema di scarico al CVS (se non collegato). Avviare le pompe di campionamento (tranne la o le pompe di campionamento del particolato), la o le ventole di raffreddamento del motore e il sistema di raccolta dei dati.

Lo scambiatore di calore del campionatore a volume costante (eventualmente utilizzato) e gli elementi riscaldati dei sistemi di campionamento continuo (se del caso) vanno preriscaldati alle temperature di funzionamento stabilite prima dell'inizio della prova.

Regolare la portata del campione alla portata desiderata e azzerare i dispositivi di misurazione del flusso di gas del CVS. Collocare accuratamente un filtro del particolato pulito in ciascun portafiltro e collocare i portafiltri montati nella linea di flusso del campione.

4.5.7.7. Ciclo con avviamento a caldo

Appena accertato l'avvenuto avviamento del motore, far partire il timer del minimo a vuoto. Il motore va lasciato girare liberamente con carico nullo per 23 ± 1 secondi. Iniziare il ciclo transitorio in modo che la prima rilevazione non al minimo del ciclo intervenga dopo 23 ± 1 secondi. Il tempo di funzionamento al minimo a vuoto è compreso nei 23 ± 1 secondi.

La prova è eseguita secondo il ciclo di riferimento illustrato nell'allegato III, appendice 4. I set point di regime e di coppia devono essere impostati a una frequenza di 5 Hz o maggiore (valore raccomandato 10 Hz). I set point si calcolano per interpolazione lineare fra le regolazioni a 1 Hz del ciclo di riferimento. La retroazione del regime e della coppia va registrata almeno una volta al secondo durante il ciclo di prova, e i segnali possono essere filtrati elettronicamente.

▼ M6

Ripetere poi il procedimento descritto ai punti 4.5.7.2 e 4.5.7.3.

4.5.7.8. **Arresto del motore durante il ciclo di prova con avviamento a caldo**

Se il motore si arresta in un qualsiasi momento durante il ciclo di prova con avviamento a caldo, è possibile spegnere il motore e effettuare una nuova sosta a caldo di 20 minuti. Si può allora ripetere il ciclo con avviamento a caldo. Sono consentiti soltanto una sosta a caldo supplementare e un riavvio del ciclo con avviamento a caldo.

4.5.7.9. **Operazioni da eseguire dopo il ciclo con avviamento a caldo**

Terminato il ciclo di prova con avviamento a caldo, interrompere la misurazione della portata massica del gas di scarico, del volume di gas di scarico diluito, del flusso di gas nelle sacche di raccolta e nella pompa di campionamento del particolato. Se si usa un analizzatore integratore, continuare il campionamento fino a quando non siano conclusi i tempi di risposta del sistema.

Se si usano le sacche di raccolta, le concentrazioni devono essere analizzate quanto prima e in ogni caso entro 20 minuti dal termine del ciclo di prova.

Dopo la prova delle emissioni, ricontrollare l'analizzatore con un gas di azzeramento e lo stesso gas di calibrazione. La prova è considerata accettabile se la differenza tra i risultati ottenuti prima e dopo la prova è inferiore al 2 % del valore del gas di calibrazione.

I filtri del particolato devono essere riportati nella camera di pesata entro un'ora dal completamento della prova. Essi vanno condizionati in una piastra di Petri, protetta dalle polveri ma tale da permettere il ricambio dell'aria, per almeno un'ora prima di essere pesati. Registrare il peso lordo dei filtri.

▼ C2

4.6. **Verifica della conduzione della prova**

4.6.1. *Spostamento dei dati*

Per minimizzare l'effetto distorsivo del ritardo temporale tra i valori di retroazione e i valori del ciclo di riferimento, l'intera sequenza dei segnali di retroazione della velocità e della coppia può venire anticipata o ritardata nel tempo rispetto alla sequenza della velocità e della coppia di riferimento. Se i segnali di retroazione sono spostati, occorre spostare la velocità e la coppia nella stessa misura e nella stessa direzione.

▼ C24.6.2. *Calcolo del lavoro prodotto nel ciclo*

Il lavoro prodotto nel ciclo effettivo W_{act} (kWh) si calcola utilizzando ciascuna coppia di valori di retroazione del regime e della coppia del motore. Il lavoro prodotto nel ciclo effettivo W_{act} viene utilizzato per confronto con il lavoro prodotto nel ciclo di riferimento W_{ref} e per il calcolo delle emissioni specifiche al freno. Si usa la stessa metodologia per integrare sia la potenza di riferimento che la potenza effettiva del motore. Se si devono determinare valori compresi tra valori di riferimento adiacenti ovvero fra valori misurati contigui, si deve impiegare l'interpolazione lineare.

Nell'integrazione del lavoro prodotto nel ciclo di riferimento e in quello effettivo, tutti i valori di coppia negativi vengono posti uguali a zero ed inclusi. Se l'integrazione viene eseguita ad una frequenza minore di 5 Hertz e se, durante un dato segmento di tempo, il valore di coppia si modifica da positivo a negativo o da negativo a positivo, si calcola la porzione negativa e la si pone uguale a zero. La porzione positiva deve essere inclusa nel valore integrato.

W_{act} deve essere compreso tra il - 15 % e il + 5 % di W_{ref} .

4.6.3. *Analisi statistica di convalida del ciclo di prova*

Si eseguono regressioni lineari sui valori di retroazione e sui valori di riferimento per il regime, la coppia e la potenza. Questo calcolo deve essere eseguito dopo qualsiasi spostamento dei dati di retroazione, se si sceglie questa opzione. Si usa il metodo dei minimi quadrati con un'equazione di interpolazione ottimale avente la forma:

$$y = mx + b$$

dove:

y = valore di retroazione (effettivo) della velocità (min^{-1}), della coppia (Nm) o della potenza (kW)

m = coefficiente angolare della linea di regressione

x = valore di riferimento della velocità (min^{-1}), della coppia (Nm) o della potenza (kW)

b = intercetta su y della linea di regressione

Si calcolano l'errore standard della stima (SE) di y su x e il coefficiente di determinazione r^2 per ciascuna linea di regressione.

Si raccomanda di eseguire quest'analisi a 1 Hertz. Una prova può essere considerata valida, se rispetta i criteri indicati in tabella 1.

▼ C2

Tabella 1 — Tolleranze della linea di regressione

| | Velocità | Coppia | Potenza |
|---|---------------------------|---|--|
| Errore standard della stima (SE) di Y su X | max 100 min ⁻¹ | Massimo 13 % della mappa della potenza del motore massima coppia del motore | Massimo 8 % della mappa della potenza del motore massima coppia del motore |
| Coefficiente angolare della linea di regressione, m | 0,95 — 1,03 | 0,83 — 1,03 | 0,89 — 1,03 |
| Coefficiente di determinazione, REV 2 | min 0,9700 | min 0,8800 | min 0,9100 |
| Intercetta su y della linea di regressione, b | ± 50 min ⁻¹ | ± 20 Nm o ± 2 % della coppia massima, se superiore | ± 4 kW o ± 2 % della coppia massima, se superiore |

Ai soli fini della regressione, è ammessa la cancellazione di punti secondo quanto indicato in tabella 2, prima di eseguire il calcolo della regressione. Tuttavia, tali punti non devono essere cancellati per il calcolo del lavoro prodotto nel ciclo e delle emissioni. Per punto di minimo s'intende un punto con una coppia normalizzata di riferimento dello 0 % e una velocità normalizzata di riferimento dello 0 %. La cancellazione di punti si può applicare a tutto il ciclo o a qualsiasi parte di esso.

Tabella 2 — Cancellazioni di punti dall'analisi di regressione ammesse (occorre specificare i punti a cui si applica la cancellazione)

| Condizione | Punti di regime e/o coppia e/o potenza cancellabili con riferimento alle condizioni di cui alla colonna di sinistra |
|--|---|
| Primi 24 (± 1) s ed ultimi 25 s | Regime, coppia e potenza |
| Valvola a farfalla completamente aperta e retroazione della coppia < 95 % della coppia di riferimento | Coppia e/o potenza |
| Valvola a farfalla completamente aperta e retroazione del regime < 95 % del regime di riferimento | Regime e/o potenza |
| Valvola a farfalla chiusa, retroazione del regime > regime minimo + 50 min ⁻¹ e retroazione della coppia > 105 % della coppia di riferimento | Coppia e/o potenza |
| Valvola a farfalla chiusa, retroazione del regime ≤ regime minimo + 50 min ⁻¹ e retroazione della coppia = definizione del costruttore/misura della coppia al minimo ± 2 % della coppia massima | Regime e/o potenza |
| Valvola a farfalla chiusa e retroazione del regime > 105 % del regime di riferimento | Regime e/o potenza |

▼ M3▼ C2*Appendice I***PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO****1. PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO (PROVA NRSC)**

I componenti gassosi e il particolato emessi dal motore sottoposto a prova devono essere misurati con i metodi descritti nell'allegato VI. Tali metodi riguardano i sistemi analitici raccomandati per le emissioni gassose (punto 1.1) e i sistemi raccomandati per la diluizione e il campionamento del particolato (punto 1.2).

1.1. Specifiche del dinamometro

Usare un dinamometro avente caratteristiche adeguate per svolgere il ciclo di prova descritto nell'allegato III, punto 3.7.1. La strumentazione per la misura della coppia e della velocità di rotazione deve permettere di misurare la potenza 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 o sistema di misurazione equivalente (per dettagli cfr. ISO 5167:2000).

Nota: La misura diretta del flusso gassoso è difficile. Adottare 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 della portata dei gas di scarico è il seguente:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (per la massa dello scarico umido)}$$

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 (allegato III, appendice 3).

1.2.4. Metodo di misura del gas tracciante

Misura della concentrazione di un gas tracciante nello scarico.

Una quantità nota di gas inerte (ad esempio elio puro) viene iniettata come gas tracciante nel flusso di gas di scarico. Il gas viene miscelato e diluito dal gas di scarico ma non deve reagire nel condotto di scarico. A questo punto dev'essere misurata la concentrazione del gas tracciante nel campione di gas di scarico.

Per garantire la completa miscelazione del gas tracciante, la sonda di campionamento del gas di scarico dev'essere disposta ad almeno 1 m o, se superiore, a una distanza di almeno 30 volte il diametro del condotto di scarico, a valle del punto di iniezione del gas tracciante. La sonda di campionamento può essere disposta a una minore distanza dal punto di iniezione se viene controllata la completa miscelazione confrontando la concentrazione del gas tracciante con la concentrazione di riferimento quando il gas tracciante viene iniettato a monte del motore.

▼ C2

La portata del gas tracciante dev'essere regolata in modo tale che, con il motore al minimo, a miscelazione avvenuta la concentrazione del gas tracciante sia inferiore al fondo scala dell'analizzatore del gas tracciante. Il calcolo della portata dei gas di scarico è il seguente:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

dove:

G_{EXHW} = portata massica istantanea del gas di scarico (kg/s)

G_T = portata del gas tracciante (cm³/min)

$conc_{mix}$ = concentrazione istantanea del gas tracciante a miscelazione avvenuta (ppm)

ρ_{EXH} = densità del gas di scarico (kg/m³)

$conc_a$ = concentrazione di fondo del gas tracciante nell'aria di aspirazione (ppm)

La concentrazione di fondo del gas tracciante ($conc_a$) può essere determinata calcolando la media della concentrazione di fondo misurata immediatamente prima e dopo la prova.

La concentrazione di fondo può essere trascurata se è inferiore all'1 % della concentrazione del gas tracciante dopo la miscelazione ($conc_{mix}$) nel momento di massima portata del gas di scarico.

L'intero sistema deve rispettare le specifiche di precisione per la portata dei gas di scarico ed essere tarato secondo quanto disposto al punto 1.11.2 dell'appendice 2.

1.2.5. Metodo di misura del flusso d'aria e del rapporto aria/carburante

Calcolo della massa dei gas di scarico in base al flusso d'aria e al rapporto aria/carburante. Il calcolo della portata massica istantanea del gas di scarico è il seguente:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$A / F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left(0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

con:

dove:

A/F_{st} = rapporto stechiometrico aria/carburante (kg/kg)

λ = rapporto relativo aria/carburante

▼ C2

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$ = concentrazione di CO₂ sul secco (%)

conc_{CO} = concentrazione di CO sul secco (ppm)

conc_{HC} = concentrazione di HC (ppm)

Nota: Il calcolo si riferisce a un carburante diesel con un rapporto H/C pari a 1,8.

Il flussimetro per l'aria deve rispettare le specifiche di precisione di cui alla tabella 3, l'analizzatore usato per il CO₂ le specifiche di cui al punto 1.4.1 e l'intero sistema le specifiche di precisione per la portata dei gas di scarico.

In via facoltativa, per misurare il rapporto relativo aria/carburante secondo le specifiche di cui al punto 1.4.4 si possono utilizzare apparecchiature di misurazione del rapporto aria/carburante, ad esempio un sensore del tipo ad ossido di zirconio.

1.2.6. *Flusso totale dei gas di scarico diluiti*

Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, il flusso totale del gas di scarico diluito (G_{TOTW}) deve essere misurato mediante PDP, CFV o SSV (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 elencati nella tabella 3.

Tabella 3 — Precisione degli strumenti di misura

| N. | Strumento di misura | Precisione |
|----|-----------------------------------|---|
| 1 | Velocità rotazione motore | ± 2 % del valore rilevato o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore |
| 2 | Coppia | ± 2 % del valore rilevato o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore |
| 3 | Consumo di carburante | ± 2 % del valore massimo del motore |
| 4 | Consumo d'aria | ± 2 % del valore rilevato o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore |
| 5 | Flusso del gas di scarico | $\pm 2,5$ % del valore rilevato o $\pm 1,5$ % del valore massimo del motore, se superiore |
| 6 | Temperature ≤ 600 K | ± 2 K assoluti |
| 7 | Temperature > 600 K | ± 1 % del valore rilevato |
| 8 | Pressione dei gas di scarico | $\pm 0,2$ kPa assoluto |
| 9 | Depressione dell'aria aspirata | $\pm 0,05$ kPa assoluto |
| 10 | Pressione atmosferica | $\pm 0,1$ kPa assoluto |
| 11 | Altre pressioni | $\pm 0,1$ kPa assoluto |
| 12 | Umidità assoluta | ± 5 % del valore rilevato |
| 13 | Flusso dell'aria di diluizione | ± 2 % del valore rilevato |
| 14 | Flusso del gas di scarico diluito | ± 2 % del valore rilevato |

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 del 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.

▼ C2

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 garantire la precisione delle curve di taratura (cfr. allegato III, appendice 2, punto 1.5.5.2).

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

1.4.1.1. Errori di misurazione

L'analizzatore non deve discostarsi dal punto di taratura nominale per un valore superiore a $\pm 2\%$ del valore rilevato o, se superiore, a $\pm 0,3\%$ del fondo scala.

Nota: ai fini di questa norma, la precisione è definita come la deviazione del valore rilevato dall'analizzatore rispetto ai valori nominali di taratura ottenuti usando un gas di taratura (\equiv valore effettivo).

1.4.1.2. Ripetibilità

La ripetibilità, definita come 2,5 volte la deviazione standard di 10 risposte ripetitive ad un dato gas di taratura o calibrazione, non deve essere maggiore di $\pm 1\%$ della concentrazione di fondo scala per ciascun intervallo utilizzato al di sopra di 155 ppm (o ppm C) o di $\pm 2\%$ 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 taratura o 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. Non sono ammessi essiccatori chimici 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'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.

▼ C2

1.4.3.1. Analisi del monossido di carbonio (CO)

L'analizzatore del monossido 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 a una temperatura di 463 K (190 °C) ± 10 K.

1.4.3.4. 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 misura sul secco e fino all'analizzatore per la misura su umido.

1.4.4. *Misura del rapporto aria/carburante*

Per la misura del rapporto aria/carburante volta a determinare la portata dei gas di scarico in conformità del punto 1.2.5, occorre utilizzare un sensore in grado di valutare il rapporto aria/carburante in un ampio intervallo oppure una sonda lambda del tipo ad ossido di zirconio.

Occorre montare il sensore direttamente sul condotto di scarico, in un punto in cui la temperatura dei gas di scarico sia sufficientemente elevata da eliminare la condensazione d'acqua.

La precisione del sensore con elettronica incorporata deve corrispondere con un'approssimazione di:

± 3 % al valore rilevato $\lambda < 2$

± 5 % al valore rilevato $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % al valore rilevato $5 \leq \lambda$

Per soddisfare i suddetti requisiti di precisione occorre tarare il sensore come specificato dal costruttore dello strumento.

1.4.5. *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 la portata totale in massa del motore allo scarico.

▼ C2

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 nel tunnel di diluizione (allegato VI, punto 1.2.1.2, DT e punto 1.2.2, PSP). CO e CO₂ possono facoltativamente essere determinati mediante campionamento in un sacco e successiva misura della concentrazione nel sacco 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 e a mantenere la temperatura del gas di scarico diluito su un valore compreso tra 315 K (42 °C) e 325 K (52 °C) immediatamente a monte dei portafiltri. Se l'umidità dell'aria è elevata, è ammessa la deumidificazione 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); la temperatura dell'aria diluita non deve essere tuttavia superiore a 325 K (52 °C) prima dell'introduzione degli scarichi nel tunnel di diluizione.

Nota: per il procedimento in regime stazionario, anziché entro l'intervallo di temperature compreso tra 42 °C e 52 °C, la temperatura del filtro può essere mantenuta al livello massimo di 325 K (52 °C) o al di sotto di tale livello.

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 VI, punto 1.2.1.1, figure da 4 a 12 EP e SP.

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 VI, 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 (punto 1.5.1.3 della presente appendice) per tutte le modalità del ciclo di prova. Occorre dedicare molta attenzione ai tempi e alle portate di campionamento durante la fase di campionamento della prova. È tuttavia necessaria solo una coppia di filtri per il ciclo di prova,
- il metodo multifiltro impone di usare una coppia di filtri (punto 1.5.1.3 della presente appendice) per ciascuna delle singole modalità del ciclo di prova. Questo metodo permette di usare procedure di campionamento meno rigorose ma utilizza un numero di filtri maggiore.

▼ C21.5.1. *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 un'efficienza di raccolta del DOP (di-ottilftalato) da 0,3 µm almeno del 99 % ad una velocità frontale del gas compresa tra 35 e 100 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 100 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 per i filtri delle dimensioni più comuni è indicato nella tabella che segue. Per i filtri di dimensioni maggiori il carico minimo deve essere di 0,065 mg/1 000 mm² di superficie filtrante.

| Diametro del filtro (mm) | Diametro raccomandato della macchia (mm) | Carico minimo raccomandato (mg) |
|--------------------------|--|---------------------------------|
| 47 | 37 | 0,11 |
| 70 | 60 | 0,25 |
| 90 | 80 | 0,41 |
| 110 | 100 | 0,62 |

Per il metodo multifiltro, il carico minimo raccomandato 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 del particolato deve essere mantenuta entro 295 K (22 °C) ± 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) ± 3 K e un'umidità relativa del 45 ± 8 %.

▼ C2**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 nello 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 10 µg 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 il peso di tutti i filtri deve avere una precisione (deviazione standard) di 2 µg e una risoluzione di 1 µg (1 divisione della scala = 1 µg) specificate dal costruttore della bilancia.

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 comprese 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 del gas di scarico e devono essere a massa per impedire effetti elettrostatici.

2. PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO (PROVA NRTC)**2.1. Introduzione**

I componenti gassosi e il particolato emessi dal motore sottoposto a prova devono essere misurati con i metodi descritti nell'allegato VI. Tali metodi riguardano i sistemi analitici raccomandati per le emissioni gassose (punto 1.1) e i sistemi raccomandati per la diluizione e il campionamento del particolato (punto 1.2).

2.2. Dinamometro e apparecchiature di sala prova

Per le prove di emissione dei motori installati al banco freno si usano le apparecchiature indicate di seguito.

▼ C22.2.1. *Dinamometro*

Usare un dinamometro con caratteristiche adeguate per svolgere il ciclo di prova descritto nell'appendice 4 del presente allegato. La strumentazione per la misura della coppia e della velocità di rotazione deve permettere di misurare la potenza 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 nella tabella 3.

2.2.2. *Altri strumenti*

Usare gli strumenti di misurazione occorrenti per il consumo di carburante, il consumo d'aria, la temperatura del refrigerante e del lubrificante, la pressione del gas di scarico e la depressione al collettore di aspirazione, la temperatura del gas di scarico, la temperatura di aspirazione dell'aria, la pressione atmosferica, l'umidità e la temperatura del carburante. Tali strumenti devono soddisfare i requisiti indicati nella tabella 3:

Tabella 3 — Precisione degli strumenti di misura

| N. | Strumento di misura | Precisione |
|----|-----------------------------------|---|
| 1 | Velocità rotazione motore | $\pm 2\%$ del valore rilevato o $\pm 1\%$ del valore massimo del motore, se superiore |
| 2 | Coppia | $\pm 2\%$ del valore rilevato o $\pm 1\%$ del valore massimo del motore, se superiore |
| 3 | Consumo di carburante | $\pm 2\%$ del valore massimo del motore |
| 4 | Consumo d'aria | $\pm 2\%$ del valore rilevato o $\pm 1\%$ del valore massimo del motore, se superiore |
| 5 | Flusso del gas di scarico | $\pm 2,5\%$ del valore rilevato o $\pm 1,5\%$ del valore massimo del motore, se superiore |
| 6 | Temperature ≤ 600 K | ± 2 K assoluti |
| 7 | Temperature > 600 K | $\pm 1\%$ del valore rilevato |
| 8 | Pressione dei gas di scarico | $\pm 0,2$ kPa assoluto |
| 9 | Depressione dell'aria aspirata | $\pm 0,05$ kPa assoluto |
| 10 | Pressione atmosferica | $\pm 0,1$ kPa assoluto |
| 11 | Altre pressioni | $\pm 0,1$ kPa assoluto |
| 12 | Umidità assoluta | $\pm 5\%$ del valore rilevato |
| 13 | Flusso dell'aria di diluizione | $\pm 2\%$ del valore rilevato |
| 14 | Flusso del gas di scarico diluito | $\pm 2\%$ del valore rilevato |

2.2.3. *Flusso dei gas di scarico grezzi*

Per calcolare le emissioni contenute nel gas di scarico grezzo e per controllare un sistema di diluizione a flusso parziale è necessario conoscere la portata massica del gas di scarico. Per determinare la portata massica dello scarico si può usare uno dei metodi descritti di seguito.

Ai fini del calcolo delle emissioni, il tempo di risposta dei metodi descritti di seguito dev'essere uguale o inferiore a quello prescritto per l'analizzatore nell'appendice 2, punto 1.11.1.

▼ C2

Ai fini del controllo di un sistema di diluizione a flusso parziale occorre garantire un tempo di risposta più rapido: per i sistemi di diluizione a flusso parziale con controllo in linea il tempo di risposta dev'essere $\leq 0,3$ s; per i sistemi di diluizione a flusso parziale con "controllo in anticipo" (look-ahead control) sulla base di una prova preregistrata, il tempo di risposta del sistema di misurazione della portata dello scarico dev'essere ≤ 5 s con un tempo di aumento ≤ 1 s. Il tempo di risposta del sistema dev'essere specificato dal costruttore dello strumento. Le prescrizioni combinate relative ai tempi di risposta per la portata del gas di scarico e per i sistemi di diluizione a flusso parziale sono indicate al punto 2.4.

Metodo di misura diretta

La misura diretta della portata istantanea del gas di scarico può essere effettuata con sistemi quali:

- dispositivi di misura della pressione differenziale, quali ad esempio boccagli (per maggiori dettagli cfr. ISO 5167:2000),
- flussimetri ultrasonici,
- diaframmi.

Prendere idonee precauzioni allo scopo di evitare errori di misura che influirebbero sugli errori dei valori di emissione, avendo cura tra l'altro di installare il dispositivo nel sistema di scarico del motore in maniera conforme alle raccomandazioni del costruttore e alla buona pratica ingegneristica. In particolare, l'installazione del dispositivo non deve influire sulle prestazioni del motore e sulle emissioni.

I flussimetri devono rispettare le specifiche di precisione indicate nella tabella 3.

Metodo di misurazione dell'aria e del carburante

Questo metodo comporta la misura del flusso d'aria e del flusso di carburante con flussimetri adatti. Il calcolo della portata istantanea del gas di scarico è il seguente:

$$\dot{G}_{EXHW} = \dot{G}_{AIRW} + \dot{G}_{FUEL} \text{ (per la massa dello scarico umido)}$$

Oltre alle specifiche di precisione di cui alla tabella 3, i flussimetri devono soddisfare le specifiche di precisione per la portata del gas di scarico.

Metodo di misura del gas tracciante

Questo metodo comporta la misura della concentrazione di un gas tracciante nello scarico.

Una quantità nota di gas inerte (ad esempio elio puro) viene iniettata come gas tracciante nel flusso di gas di scarico. Il gas viene miscelato e diluito dal gas di scarico ma non deve reagire nel condotto di scarico. A questo punto dev'essere misurata la concentrazione del gas tracciante nel campione di gas di scarico.

Per garantire la completa miscelazione del gas tracciante, la sonda di campionamento del gas di scarico dev'essere disposta ad almeno 1 m o, se superiore, a una distanza di almeno 30 volte il diametro del condotto di scarico, a valle del punto di iniezione del gas tracciante.

La sonda di campionamento può essere disposta a una minore distanza dal punto di iniezione se viene controllata la completa miscelazione confrontando la concentrazione del gas tracciante con la concentrazione di riferimento quando il gas tracciante viene iniettato a monte del motore.

▼ C2

La portata del gas tracciante dev'essere regolata in modo tale che, con il motore al minimo, a miscelazione avvenuta la concentrazione del gas tracciante sia inferiore al fondo scala dell'analizzatore del gas tracciante. Il calcolo della portata dei gas di scarico è il seguente:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

dove:

G_{EXHW} = portata massica istantanea del gas di scarico (kg/s)

G_T = portata del gas tracciante (cm³/min)

$conc_{mix}$ = concentrazione istantanea del gas tracciante a miscelazione avvenuta (ppm)

ρ_{EXH} = densità del gas di scarico (kg/m³)

$conc_a$ = concentrazione di fondo del gas tracciante nell'aria di aspirazione (ppm)

La concentrazione di fondo del gas tracciante ($conc_a$) può essere determinata calcolando la media della concentrazione di fondo misurata immediatamente prima e dopo la prova.

La concentrazione di fondo può essere trascurata se è inferiore all'1 % della concentrazione del gas tracciante dopo la miscelazione ($conc_{mix}$) nel momento di massima portata del gas di scarico.

L'intero sistema deve rispettare le specifiche di precisione per la portata del gas di scarico ed essere tarato secondo quanto disposto al punto 1.11.2 dell'appendice 2.

Metodo di misura del flusso d'aria e del rapporto aria/carburante

Questo metodo comporta il calcolo della massa del gas di scarico in base al flusso d'aria e al rapporto aria/carburante. Il calcolo della portata massica istantanea del gas di scarico è il seguente:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left(0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

dove:

A/F_{st} = rapporto stechiometrico aria/carburante (kg/kg)

λ = rapporto relativo aria/carburante

$conc_{CO_2}$ = concentrazione di CO₂ sul secco (%)

$conc_{CO}$ = concentrazione di CO sul secco (ppm)

$conc_{HC}$ = concentrazione di HC (ppm)

Nota: Il calcolo si riferisce a un carburante diesel con un rapporto H/C pari a 1,8.

▼ **C2**

Il flussimetro per l'aria deve rispettare le specifiche di precisione di cui alla tabella 3, l'analizzatore usato per il CO₂ le specifiche di cui al punto 2.3.1 e l'intero sistema le specifiche di precisione per la portata dei gas di scarico.

In via facoltativa, per misurare il rapporto di eccesso d'aria secondo le specifiche di cui al punto 2.3.4 si possono utilizzare apparecchiature di misurazione del rapporto aria/carburante, ad esempio un sensore del tipo ad ossido di zirconio.

2.2.4. *Portata del gas di scarico diluito*

Per calcolare le emissioni contenute nel gas di scarico diluito è necessario conoscere la portata massica del gas di scarico diluito. La massa totale del gas di scarico diluito relativa a tutto il ciclo (kg/prova) viene calcolata in base ai valori delle misure effettuate su tutto il ciclo; occorre utilizzare i dati di taratura del sistema di misura della portata (V_0 per PDP, K_V per CFV e C_d per SSV) ottenuti con i metodi corrispondenti descritti nell'appendice 3, punto 2.2.1. Se la massa totale del campione di particolato e degli inquinanti gassosi supera lo 0,5 % della portata totale nel CVS, tale portata deve essere corretta oppure il flusso del campione di particolato deve essere rinviato nel CVS prima che nel dispositivo di misurazione della portata.

2.3. **Determinazione dei componenti gassosi**

2.3.1. *Specifiche generali degli analizzatori*

Gli analizzatori devono avere un intervallo di misurazione appropriato alla precisione richiesta per misurare le concentrazioni dei componenti del 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 garantire la precisione delle curve di taratura (cfr. allegato III, appendice 2, punto 1.5.5.2).

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

2.3.1.1. *Errori di misurazione*

L'analizzatore non deve discostarsi dal punto di taratura nominale per un valore superiore a ± 2 % del valore rilevato o, se superiore, a $\pm 0,3$ % del fondo scala.

Nota: Ai fini di questa norma, la precisione è definita come la deviazione del valore rilevato dall'analizzatore rispetto ai valori nominali di taratura ottenuti usando un gas di taratura (\equiv valore effettivo).

2.3.1.2. *Ripetibilità*

La ripetibilità, definita come 2,5 volte la deviazione standard di 10 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 155 ppm (o ppm C) o di ± 2 % per ciascun intervallo utilizzato al di sotto di 155 ppm (o ppm C).

2.3.1.3. *Rumore*

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

▼ C22.3.1.4. *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.

2.3.1.5. *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.

2.3.1.6. *Tempo di salita*

Per l'analisi del gas di scarico grezzo il tempo di salita dell'analizzatore installato nel sistema di misurazione non deve superare 2,5 s.

Nota: Per stabilire chiaramente se l'intero sistema sia adatto o meno allo svolgimento di prove in ciclo transitorio non è sufficiente valutare il tempo di risposta dell'analizzatore. I volumi, specialmente i volumi morti nell'intero sistema, incidono non solo sul tempo di trasporto dalla sonda all'analizzatore, ma anche sul tempo di salita. Anche i tempi di trasporto all'interno di un analizzatore verrebbero definiti come tempo di risposta dell'analizzatore (è il caso del convertitore o delle trappole di condensa all'interno degli analizzatori di NO_x). Il procedimento per determinare il tempo di risposta dell'intero sistema è descritto nell'appendice 2, punto 1.11.1.

2.3.2. *Essiccazione del gas*

Si applicano le stesse specifiche previste per il ciclo di prova NRSC (punto 1.4.2) e indicate di seguito.

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

2.3.3. *Analizzatori*

Si applicano le stesse specifiche previste per il ciclo di prova NRSC (punto 1.4.3) e indicate di seguito.

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

2.3.3.1. *Analisi del monossido di carbonio (CO)*

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

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

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

2.3.3.3. *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 a una temperatura di 463 K (190 °C) ± 10 K.

▼ C22.3.3.4. *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 misura sul secco e fino all'analizzatore per la misura su umido.

2.3.4. *Misura del rapporto aria/carburante*

Per la misura del rapporto aria/carburante volta a determinare la portata del gas di scarico in conformità del punto 2.2.3, occorre utilizzare un sensore in grado di valutare il rapporto aria/carburante in un ampio intervallo oppure una sonda lambda del tipo ad ossido di zirconio.

Occorre montare il sensore direttamente sul condotto di scarico, in un punto in cui la temperatura dei gas di scarico sia sufficientemente elevata da eliminare la condensazione d'acqua.

La precisione del sensore con elettronica incorporata deve corrispondere con un'approssimazione di:

± 3 % al valore rilevato $\lambda < 2$

± 5 % al valore rilevato $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % al valore rilevato $5 \leq \lambda$

Per soddisfare i suddetti requisiti di precisione occorre tarare il sensore come specificato dal costruttore dello strumento.

2.3.5. *Campionamento delle emissioni gassose*2.3.5.1. *Flusso del gas di scarico grezzo*

Per il calcolo delle emissioni nel gas di scarico grezzo si applicano le stesse specifiche previste per il ciclo di prova NRSC (punto 1.4.4) e indicate di seguito.

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 la portata totale in massa del motore allo scarico.

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.

▼ C2**2.3.5.2. Flusso del gas di scarico diluito**

Se si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno occorre rispettare le specifiche seguenti.

Il condotto di scarico collocato tra il motore e il sistema di diluizione a flusso pieno deve rispettare le prescrizioni dell'allegato VI.

Le sonde di campionamento delle emissioni gassose devono essere collocate in un punto del tunnel di diluizione in cui l'aria di diluizione e il gas di scarico sono ben miscelati, nelle immediate vicinanze della sonda di campionamento del particolato.

Il campionamento può in generale venire effettuato in due modi:

- gli inquinanti vengono campionati in un sacco di campionamento su tutto il ciclo e misurati una volta ultimata la prova,
- gli inquinanti vengono campionati in continuo e integrati su tutto il ciclo: questo metodo è obbligatorio per HC e NO_x.

Il campionamento delle concentrazioni di fondo dev'essere effettuato a monte del tunnel di diluizione in un sacco di campionamento; le concentrazioni di fondo devono essere sottratte dalla concentrazione delle emissioni come indicato nell'appendice 3, punto 2.2.3.

2.4. 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 e a mantenere la temperatura del gas di scarico diluito su un valore compreso tra 315 K (42 °C) e 325 K (52 °C) immediatamente a monte dei portafiltri. Se l'umidità dell'aria è elevata, è ammessa la deumidificazione 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); la temperatura dell'aria diluita non deve essere tuttavia superiore a 325 K (52 °C) prima dell'introduzione degli scarichi nel tunnel di diluizione.

La sonda di campionamento del particolato dev'essere collocata nelle immediate vicinanze della sonda di campionamento delle emissioni gassose e conformemente a quanto disposto al punto 2.3.5.

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.

Specifiche del sistema di diluizione a flusso parziale

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. A tal fine 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 VI, punto 1.2.1.1).

Ai fini del controllo di un sistema di diluizione a flusso parziale è necessaria una risposta rapida del sistema. Il tempo di trasformazione del sistema dev'essere determinato mediante il procedimento descritto nell'appendice 2, punto 1.11.1.

▼ C2

Se il tempo di trasformazione combinato della misura della portata del gas di scarico (cfr. punto precedente) e del sistema a flusso parziale è inferiore a 0,3 s, si può usare un controllo in linea. Se il tempo di trasformazione supera 0,3 s, occorre usare un controllo in anticipo sulla base di una prova preregistrata. In questo caso il tempo di salita dovrà essere ≤ 1 s e il tempo di ritardo combinato ≤ 10 s.

La risposta dell'intero sistema dev'essere concepita in modo tale da fornire un campione rappresentativo del particolato, G_{SE} , proporzionale alla portata massica del gas di scarico. Per determinare la proporzionalità occorre condurre un'analisi di regressione di G_{SE} contro G_{EXHW} con una frequenza minima di campionamento di 5 Hz e rispettare i criteri seguenti:

- il coefficiente di correlazione r della regressione lineare tra G_{SE} e G_{EXHW} non dev'essere inferiore a 0,95,
- l'errore standard della stima di G_{SE} su G_{EXHW} non deve superare il 5 % del massimo di G_{SE} ,
- l'intercetta su G_{SE} della linea di regressione non dev'essere superiore a ± 2 % del massimo di G_{SE} .

In via facoltativa può essere eseguita una prova preliminare: il segnale della portata massica dello scarico della prova preliminare può essere utilizzato per il controllo della portata del campione nel sistema per la determinazione del particolato (controllo in anticipo). È obbligatorio ricorrere a tale procedimento se il tempo di trasformazione del sistema per il particolato, $t_{50,P}$, e/o il tempo di trasformazione del segnale della portata massica dello scarico, $t_{50,F}$, sono $> 0,3$ s. Si ottiene un controllo corretto del sistema di diluizione a flusso parziale se la traccia temporale di $G_{EXHW, pre}$ della prova preliminare, che controlla G_{SE} , viene spostata di un «tempo anticipato» (look-ahead time) di $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Per stabilire la correlazione tra G_{SE} e G_{EXHW} occorre usare i dati rilevati nel corso della prova effettiva, con il tempo di G_{EXHW} allineato a $t_{50,F}$ in relazione a G_{SE} ($t_{50,P}$ non contribuisce all'allineamento temporale). In altri termini, lo sfasamento temporale tra G_{EXHW} e G_{SE} è la differenza tra i rispettivi tempi di trasformazione determinati nell'appendice 2, punto 2.6.

Per i sistemi di diluizione a flusso parziale occorre prestare particolare attenzione alla precisione della portata del campione G_{SE} se questa non viene misurata direttamente, bensì determinata tramite misura differenziale della portata:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In questo caso una precisione di ± 2 % per G_{TOTW} e G_{DILW} non è sufficiente a garantire un livello accettabile di precisione per G_{SE} . Se la portata dei gas viene determinata mediante misurazione differenziale, l'errore massimo della differenza deve essere tale che la precisione di G_{SE} sia compresa entro ± 5 % quando il rapporto di diluizione è inferiore a 15. Questo valore può essere calcolato dalla radice quadrata dell'errore quadratico medio di ciascuno strumento.

È possibile ottenere un livello di precisione accettabile di G_{SE} utilizzando uno qualsiasi dei metodi seguenti:

- a) la precisione assoluta di G_{TOTW} e G_{DILW} sono $\pm 0,2$ %, il che garantisce per G_{SE} una precisione ≤ 5 % con un rapporto di diluizione pari a 15. Con rapporti di diluizione più elevati, tuttavia, gli errori saranno maggiori;
- b) la taratura di G_{DILW} rispetto a G_{TOTW} è svolta in modo tale da ottenere lo stesso grado di precisione per G_{SE} di a). Per i particolari su questo tipo di taratura, cfr. appendice 2, punto 2.6;
- c) la precisione di G_{SE} è ricavata indirettamente dalla precisione del rapporto di diluizione così come determinata mediante un gas tracciante, ad esempio CO_2 . Anche in questo caso occorre garantire un grado di precisione equivalente a quello del metodo a) per G_{SE} ;

▼ C2

d) la precisione assoluta di G_{TOTW} e G_{DILW} rientra in $\pm 2 \%$ del fondo scala, l'errore massimo della differenza tra G_{TOTW} e G_{DILW} rientra nello $0,2 \%$ e l'errore di linearità rientra in $\pm 0,2 \%$ del valore più elevato di G_{TOTW} rilevato nel corso della prova.

2.4.1. *Filtri di campionamento del particolato*2.4.1.1. *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 un'efficienza di raccolta del DOP (di-ottilftalato) da $0,3 \mu\text{m}$ almeno del 99% ad una velocità frontale del gas compresa tra 35 e 100 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.

2.4.1.2. *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 2.4.1.5).

2.4.1.3. *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.

2.4.1.4. *Velocità ortogonale alla superficie del filtro*

Si deve realizzare una velocità ortogonale alla superficie del filtro del gas attraverso il filtro da 35 a 100 cm/s . Fra l'inizio e la fine della prova la caduta di pressione non deve registrare un aumento superiore a 25 kPa .

2.4.1.5. *Carico depositato sui filtri*

Il carico minimo raccomandato per i filtri delle dimensioni più comuni è indicato nella tabella che segue. Per i filtri di dimensioni maggiori il carico minimo deve essere di $0,065 \text{ mg}/1000 \text{ mm}^2$ di superficie filtrante.

| Diametro del filtro (mm) | Diametro raccomandato della macchia (mm) | Carico minimo raccomandato (mg) |
|--------------------------|--|---------------------------------|
| 47 | 37 | 0,11 |
| 70 | 60 | 0,25 |
| 90 | 80 | 0,41 |
| 110 | 100 | 0,62 |

2.4.2. *Specifiche della camera di pesata e della bilancia analitica*2.4.2.1. *Condizioni della camera di pesata*

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

▼ C2**2.4.2.2. 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 della camera di pesata indicate al punto 2.4.2.1. 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 nello 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 10 µg 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 2.4.2.1, ma la pesata del filtro o della coppia di filtri di riferimento è conforme ai criteri sopra indicati, 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.

2.4.2.3. Bilancia analitica

La bilancia analitica utilizzata per determinare il peso di tutti i filtri deve avere una precisione (deviazione standard) di 2 µg e una risoluzione di 1 µg (1 divisione della scala = 1 µg) specificate dal costruttore della bilancia.

2.4.2.4. 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.

2.4.3. Specifiche supplementari per la misura del particolato

Tutte le parti del sistema di diluizione e del sistema di campionamento comprese 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 del gas di scarico e devono essere a massa per impedire effetti elettrostatici.

▼ M3▼ C2

Appendice 2

PROCEDIMENTO DI TARATURA [NRSC, NRTC ⁽¹⁾]▼ B

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

⁽¹⁾ Il procedimento di taratura è identico per le prove NRSC e NRTC, eccezion fatta per le prescrizioni dei punti 1.11. e 2.6.

▼B

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 %.

▼M3**▼C2**

Per raggiungere tale grado di precisione è necessario che i gas primari utilizzati per la miscelazione siano 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. Se la prima verifica fallisce è possibile svolgere una verifica supplementare utilizzando un altro gas di taratura.

In alternativa, il dispositivo di miscelazione può essere controllato con uno strumento lineare per natura, ad esempio impiegando NO con un CLD. Il valore di calibrazione dello strumento dev'essere regolato quando il gas di calibrazione è direttamente collegato allo strumento. Il dispositivo di miscelazione dev'essere controllato quando si trova alle posizioni di regolazione utilizzate; il valore nominale dev'essere raffrontato alla concentrazione misurata dallo strumento. In ogni punto misurato la differenza deve rientrare entro un limite di ± 1 % del valore nominale.

Si possono utilizzare anche altri metodi conformi alla buona pratica ingegneristica previo accordo tra le parti interessate.

Nota: Per determinare con precisione la curva di taratura dell'analizzatore si raccomanda l'uso di un divisore di gas con una precisione compresa entro ± 1 %. Il divisore di gas dev'essere tarato dal costruttore dello strumento.

▼B**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 trafilemento

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

▼B1.5. **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*

► **M3** ► **C2** La curva di taratura dell'analizzatore viene determinata mediante almeno sei 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.

▼M3**▼C2**

La curva di taratura non deve differire di oltre il ± 2 % dal valore nominale di ciascun punto di taratura e di oltre il $\pm 0,3$ % del fondo scala a zero.

▼B

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.

▼ M3▼ C2

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

▼ B

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

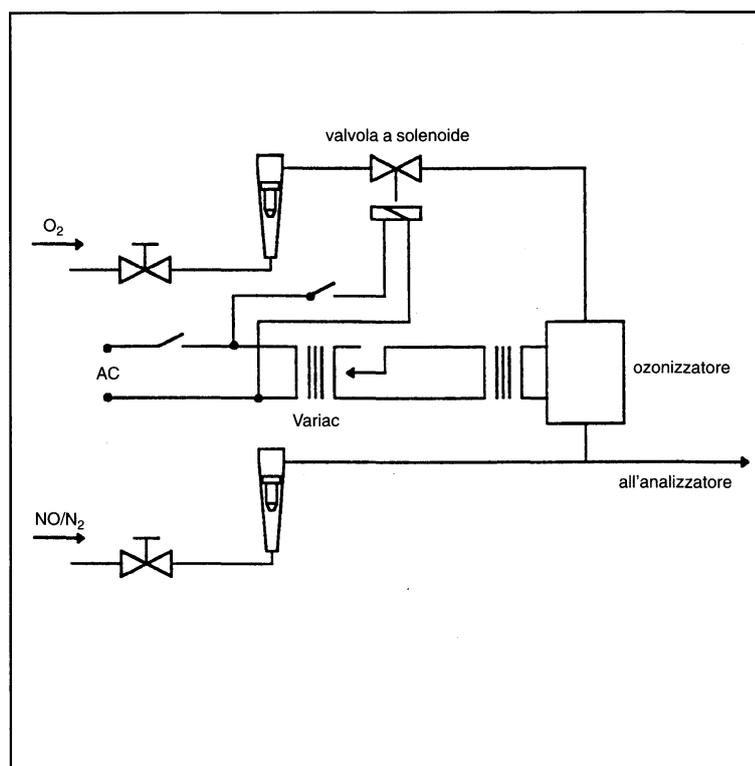
L'efficienza del convertitore utilizzato per la conversione di NO_2 in NO viene controllata come indicato nei punti 1.7.1-1.7.8 (figura 1).

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.

Figura 1

Schema di dispositivo per la determinazione dell'efficienza del convertitore di NO_2



▼ B1.7.2. *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.

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)

▼ B1.7.9. *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 ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) ± 5 K.

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

- Metano e aria sintetica purificata: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- 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***▼ M3**
▼ C2

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

▼ C2

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.

1.8.3.1. Gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno

I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno devono contenere propano con $350 \text{ ppmC} \div 75 \text{ ppmC}$ di idrocarburi. La concentrazione viene determinata, con le tolleranze dei gas di taratura, mediante cromatografia degli idrocarburi totali più impurità o mediante miscelazione dinamica. L'azoto è il diluente predominante con l'ossigeno come gas complementare. Miscele richieste per la prova dei motori diesel:

| Concentrazione O ₂ | Altro gas |
|-------------------------------|-----------|
| 21 (da 20 a 22) | Azoto |
| 10 (da 9 a 11) | Azoto |
| 5 (da 4 a 6) | Azoto |

1.8.3.2. Procedimento

- a) Azzerare l'analizzatore.
- b) Calibrare l'analizzatore con la miscela al 21 % di ossigeno.
- c) Ricontrollare la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre lo 0,5 % del fondo scala, ripetere le operazioni di cui alle lettere a) e b).
- 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 (% O₂I) per ciascuna miscela di cui alla lettera d) come segue:

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

A = concentrazione di idrocarburi (ppmC) del gas di calibrazione utilizzato alla lettera b) del presente punto

B = concentrazione di idrocarburi (ppmC) dei gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno utilizzati alla lettera d) del presente punto

C = risposta dell'analizzatore

$$(\text{ppmC}) = \frac{A}{D}$$

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

- g) La percentuale dell'interferenza dell'ossigeno (% O₂I) deve essere inferiore a $\pm 3,0$ % per tutti i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno prima della prova.

▼ C2

- h) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a $\pm 3,0$ %, il flusso dell'aria deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore, ripetendo le operazioni del punto 1.8.1. per ciascun flusso.
- i) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a $\pm 3,0$ % dopo aver regolato il flusso dell'aria, variare il flusso del carburante e successivamente il flusso del campione ripetendo le operazioni del punto 1.8.1. per ciascuna nuova posizione di regolazione.
- j) Se l'interferenza dell'ossigeno è ancora superiore a $\pm 3,0$ %, riparare o sostituire l'analizzatore, il carburante del FID o l'aria del bruciatore prima di eseguire la prova. Il procedimento descritto alla presente lettera deve essere ripetuto dopo la riparazione o la sostituzione dell'apparecchiatura o dei gas.

▼ B**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 CO₂ possono interferire con le prestazioni dell'analizzatore di CO. Pertanto, gorgogliare attraverso acqua a temperatura ambiente un gas di calibrazione della CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂

Far passare attraverso l'analizzatore NDIR un gas di calibrazione della CO₂ avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo e registrare come A il valore della 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 la 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 viene calcolata come segue:

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

▼ B

e non deve essere maggiore del 3 % del fondo scala

In questa formula:

- A: concentrazione CO₂ non diluita misurata con NDIR %
- B: concentrazione CO₂ diluita misurata con NDIR %
- 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

▼ M3**▼ C2**

Il controllo si applica solo alle misure della concentrazione dei gas umidi. Il calcolo dell'attenuazione provocata dall'acqua deve considerare la diluizione del gas di taratura 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 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:

▼ M1

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

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

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

▼ M3**▼ C2**

e registrarla come De. Per lo scarico di motori diesel, stimare la concentrazione massima del vapore acqueo nello scarico (in percentuale) attesa durante le prove, assumendo un rapporto degli atomi H/C del carburante 1,8 a 1, a partire 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:

▼ M1

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

e registrarla come Hm.

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

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

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

- De: concentrazione attesa NO diluito (ppm)
- C: concentrazione NO diluito (ppm)

▼ M1

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.

▼ M3**▼ C2****1.11. Ulteriori prescrizioni sulla taratura per la misurazione del gas di scarico grezzo nella prova NRTC****1.11.1. Controllo del tempo di risposta del sistema di analisi**

Le regolazioni del sistema per la valutazione del tempo di risposta devono essere identiche a quelle usate per la misurazione nel corso della prova (pressione, portate, regolazione dei filtri degli analizzatori e tutti gli altri elementi in grado di influenzare il tempo di risposta). Per determinare il tempo di risposta occorre procedere alla commutazione del gas direttamente all'ingresso della sonda di campionamento. Tale operazione deve essere svolta in meno di 0,1 secondi. I gas utilizzati per la prova devono determinare una variazione di concentrazione almeno pari al 60 % del fondo scala.

Occorre registrare la traccia della concentrazione di ciascun componente gassoso. Il tempo di risposta è definito come l'intervallo temporale tra la commutazione dei gas e la variazione richiesta della concentrazione registrata. Il tempo di risposta del sistema (t_{90}) è dato dallo sfasamento temporale tra il rilevatore della misura e il tempo di salita del rilevatore medesimo. Lo sfasamento temporale è definito come l'intervallo di tempo che intercorre tra la variazione (t_0) e il raggiungimento di una risposta equivalente al 10 % del valore finale rilevato (t_{10}). Il tempo di salita è definito come l'intervallo di tempo che separa la risposta pari al 10 % da quella pari al 90 % del valore finale rilevato ($t_{90} - t_{10}$).

Per allineare temporalmente i segnali dell'analizzatore e del flusso dello scarico per la misura dello scarico grezzo, il tempo di trasformazione è definito come l'intervallo di tempo che intercorre tra la variazione (t_0) e il raggiungimento di una risposta equivalente al 50 % del valore finale rilevato (t_{50}).

Il tempo di risposta del sistema deve essere ≤ 10 secondi, con un tempo di salita $\leq 2,5$ secondi per tutti i componenti gassosi soggetti ai limiti di legge (CO, NO_x, HC) e su tutti gli intervalli utilizzati.

1.11.2. Taratura dell'analizzatore del gas tracciante per la misurazione del flusso dello scarico

L'analizzatore per la misurazione delle concentrazioni di gas tracciante, se utilizzato, dev'essere tarato mediante l'uso di gas normali.

La curva di taratura dev'essere determinata almeno da 10 punti, oltre allo zero, distribuiti in modo tale che la metà dei punti di taratura 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.

▼ C2

L'analizzatore dev'essere 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.

▼ B

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 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**

▼ M3**▼ C2**

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

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

Per i sistemi di diluizione a flusso parziale occorre prestare particolare attenzione alla precisione della portata del campione G_{SE} se questa non viene misurata direttamente, bensì determinata tramite misura differenziale della portata:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In questo caso una precisione di ± 2 % per G_{TOTW} e G_{DILW} non è sufficiente per garantire un livello accettabile di precisione per G_{SE} . Se la portata dei gas viene determinata mediante misurazione differenziale, l'errore massimo della differenza deve essere tale che la precisione di G_{SE} sia compresa entro ± 5 % quando il rapporto di diluizione è inferiore a 15. Questo valore può essere calcolato dalla radice quadrata dell'errore quadratico medio di ciascuno strumento.

▼ B

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.

▼ M3**▼ C2**

2.6. **Ulteriori prescrizioni sulla taratura dei sistemi di diluizione a flusso parziale**

2.6.1 *Taratura periodica*

Se la portata del campione di gas viene determinata mediante misura differenziale, la taratura del flussimetro o della strumentazione per la misura della portata deve avvenire mediante uno dei procedimenti indicati di seguito, in modo che la sonda per la misura della portata G_{SE} nel tunnel soddisfi le prescrizioni di precisione previste dall'appendice I, punto 2.4.

▼ C2

Il flussimetro per G_{DILW} è collegato in serie al flussimetro per G_{TOTW} , la differenza tra i due flussimetri è tarata per almeno cinque punti di regolazione con valori di portata equidistanti tra il valore di G_{DILW} più basso utilizzato nel corso della prova e il valore di G_{TOTW} utilizzato nel corso della prova. Il tunnel di diluizione può essere bypassato.

Un dispositivo tarato per la misura della portata massica è collegato in serie al flussimetro per G_{TOTW} e viene controllata l'accuratezza per il valore utilizzato nella prova. Il dispositivo tarato per la misurazione della portata massica è quindi collegato in serie al flussimetro per G_{DILW} e l'accuratezza viene controllata per almeno 5 posizioni di regolazione in corrispondenza del rapporto di diluizione tra 3 e 50 rispetto al valore di G_{TOTW} utilizzato nel corso della prova.

Il condotto di trasferimento TT è scollegato dal sistema di scarico e un dispositivo tarato per la misurazione della portata con un intervallo adeguato per misurare G_{SE} è collegato al condotto di trasferimento. G_{TOTW} è quindi regolato sul valore utilizzato nel corso della prova e G_{DILW} è regolato sequenzialmente su almeno 5 valori corrispondenti a rapporti di diluizione q tra 3 e 50. In alternativa si può disporre un percorso speciale del flusso di taratura che bypassa il tunnel, ma l'aria totale e l'aria di diluizione passano attraverso i corrispondenti flussimetri come nella prova vera e propria.

Nel condotto di trasferimento TT viene immesso un gas tracciante; quest'ultimo può essere un componente del gas di scarico, ad esempio CO_2 o NO_x . Dopo la diluizione nel tunnel, il gas tracciante viene misurato. La misurazione viene svolta per 5 rapporti di diluizione compresi tra 3 e 50. La precisione della portata del campione è ricavata dal rapporto di diluizione q :

$$G_{SE} = G_{TOTW} / q$$

Per essere certi della precisione di G_{SE} occorre tenere conto della precisione degli analizzatori dei gas.

2.6.2. *Verifica del flusso di carbonio*

È fortemente raccomandata la verifica del flusso di carbonio con l'uso dello scarico vero e proprio: l'operazione permette di individuare problemi di misura e di controllo nonché di verificare il corretto funzionamento del sistema di diluizione a flusso parziale. È opportuno verificare il flusso di carbonio almeno ogni volta che viene montato un nuovo motore o che intervengono cambiamenti significativi nella configurazione della sala prova.

Il motore dev'essere fatto funzionare nelle condizioni di regime e di carico corrispondenti alla coppia massima oppure in qualsiasi altra modalità in regime stazionario che produca il 5 % o più di CO_2 . Il sistema di campionamento a flusso parziale deve funzionare con un fattore di diluizione di circa 15 a 1.

2.6.3. *Verifica preliminare*

Due ore al massimo prima della prova occorre svolgere la verifica descritta di seguito.

Verificare la precisione dei flussimetri con lo stesso metodo usato per la taratura per almeno due punti, inclusi i valori di portata di G_{DILW} corrispondenti ai rapporti di diluizione compresi tra 5 e 15 per il valore di G_{TOTW} utilizzato nel corso della prova.

Se la documentazione relativa al procedimento di taratura descritto in precedenza dimostra che la taratura del flussimetro è stabile per un periodo di tempo più lungo, la verifica preliminare può essere tralasciata.

▼ **C2**2.6.4. *Determinazione del tempo di trasformazione*

Le regolazioni del sistema per la valutazione del tempo di trasformazione devono essere identiche a quelle usate per la misura nel corso della prova. Per determinare il tempo di trasformazione seguire il metodo descritto di seguito.

Disporre un flussimetro di riferimento indipendente, con un intervallo di misurazione adeguato alla portata della sonda, in serie e nelle immediate vicinanze della sonda. Tale flussimetro deve avere un tempo di trasformazione inferiore a 100 ms per le dimensioni del gradino di portata utilizzate ai fini della misurazione del tempo di risposta, con un restringimento del flusso sufficientemente basso da non avere ripercussioni sui risultati dinamici del sistema di diluizione a flusso parziale e conforme alla buona pratica ingegneristica.

Introdurre una variazione a gradino all'immissione del flusso di scarico (o del flusso dell'aria, se si sta calcolando la portata del gas di scarico) del sistema di diluizione a flusso parziale, partendo da una portata bassa per arrivare almeno al 90 % del fondo scala. Il punto di innesco della variazione a gradino dovrebbe coincidere con quello del controllo in anticipo nella prova vera e propria. L'impulso a gradino del flusso di scarico e la risposta del flussimetro vanno registrati a una frequenza di campionamento di almeno 10 Hz.

Dai dati così raccolti è possibile ricavare il tempo di trasformazione per il sistema di diluizione a flusso parziale: si tratta dell'intervallo di tempo che intercorre tra l'innesco dell'impulso a gradino fino al raggiungimento del punto corrispondente al 50 % della risposta del flussimetro. Determinare in maniera analoga i tempi di trasformazione del segnale G_{SE} del sistema di diluizione a flusso parziale e del segnale G_{EXHW} del flussimetro dello scarico. I segnali in questione sono utilizzati nelle verifiche di regressione svolte alla fine di ogni prova (appendice 1, punto 2.4).

Ripetere il calcolo per almeno 5 impulsi di salita e di caduta e stabilire la media dei risultati ottenuti. Sottrarre dal valore ottenuto il tempo di trasformazione interno (<100 ms) del flussimetro di riferimento. Si ottiene così il «valore anticipato» (look-ahead value) del sistema di diluizione a flusso parziale, da utilizzare secondo quanto indicato nell'appendice 1, punto 2.4.

3. **TARATURA DEL SISTEMA CVS**3.1. **Considerazioni generali**

Tarare il sistema CVS con un flussimetro di precisione e i mezzi per variare le condizioni operative.

Misurare il flusso che scorre attraverso il sistema con diverse posizioni di regolazione operative della portata; i parametri di controllo del sistema devono essere misurati e messi in relazione alla portata.

Si possono utilizzare vari tipi di flussimetro, ad esempio un tubo di Venturi tarato, un flussimetro laminare tarato o un flussimetro a turbina tarato.

3.2. **Taratura della pompa volumetrica (PDP)**

Misurare tutti i parametri relativi alla pompa contemporaneamente ai parametri relativi ad un Venturi di taratura collegato in serie con la pompa. Riportare in grafico la portata calcolata (in m^3/min all'ingresso della pompa, condizioni di pressione assoluta e temperatura) contro una funzione di correlazione che è il valore di una combinazione specifica di parametri della pompa. Determinare poi l'equazione lineare che mette in relazione la portata della pompa e la funzione di correlazione. Se un CVS è dotato di azionamento a velocità multiple, eseguire la taratura per ogni intervallo utilizzato.

Durante la taratura la temperatura dev'essere mantenuta stabile.

▼ C2

Le perdite in tutti i raccordi e condotti compresi tra il Venturi di taratura e la pompa CVS vanno mantenute a un livello inferiore allo 0,3 % del punto di portata più basso (punto in cui il restringimento della PDP è maggiore e la velocità è più bassa).

3.2.1. *Analisi dei dati*

La portata dell'aria (Q_s) in ciascun punto di restringimento (minimo 6 punti) va calcolata in normal m³ al minuto in base ai dati del flussimetro seguendo il metodo prescritto dal costruttore. La portata d'aria va poi convertita in mandata della pompa (V_0) in m³/giro alla temperatura e pressione assolute all'ingresso della pompa nel modo seguente:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101.3}{p_A}$$

dove:

Q_s = portata d'aria in condizioni normali (101,3 kPa, 273 K) (m³/s)

T = temperatura all'ingresso della pompa (K)

p_A = pressione assoluta all'ingresso della pompa ($p_B - p_I$) (kPa)

n = velocità della pompa (giri/secondo).

Per tenere conto dell'interazione tra le variazioni di pressione sulla pompa e il grado di scorrimento della pompa, calcolare come segue la funzione di correlazione (X_0) tra la velocità della pompa, il differenziale di pressione dall'ingresso all'uscita della pompa e la pressione assoluta all'uscita della pompa:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

dove:

Δp_p = differenziale di pressione dall'ingresso della pompa all'uscita della pompa (kPa)

p_A = pressione di mandata assoluta all'uscita della pompa (kPa).

Ricavare l'equazione di taratura mediante interpolazione lineare secondo il metodo dei minimi quadrati come segue:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

D_0 e m sono le costanti, rispettivamente intercetta e pendenza, che descrivono le linee di regressione.

Per un sistema CVS con velocità multiple, le curve di taratura generate nei vari intervalli di mandata della pompa devono essere approssimativamente parallele e i valori dell'intercetta (D_0) devono crescere al ridursi dell'intervallo di mandata della pompa.

I valori calcolati dall'equazione non devono eccedere $\pm 0,5$ % del valore misurato di V_0 . I valori di m variano da pompa a pompa. L'ingresso di particolato provoca nel tempo una riduzione dello scorrimento della pompa che si riflette in valori più bassi per m. La taratura va perciò eseguita all'avviamento della pompa, dopo importanti lavori di manutenzione e se la verifica dell'intero sistema (punto 3.5) indica una variazione del grado di scorrimento.

▼ C2**3.3. Taratura del tubo di Venturi a portata critica (CFV)**

La taratura del CFV è basata sull'equazione di flusso per un tubo di Venturi a portata critica. La portata del gas è funzione della pressione e della temperatura d'ingresso:

$$Q_s = \frac{K_v \times p_A}{\sqrt{T}}$$

dove:

K_v = coefficiente di taratura

p_A = pressione assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (kPa)

T = temperatura all'ingresso del tubo di Venturi (K).

3.3.1. Analisi dei dati

La portata dell'aria (Q_s) in ciascun punto di restringimento (minimo 8 punti) va calcolata in normal m^3 al minuto in base ai dati del flussimetro seguendo il metodo prescritto dal costruttore. Il coefficiente di taratura si calcola come segue dai dati di taratura per ciascuna posizione di regolazione:

$$K_v = \frac{Q_s \times \sqrt{T}}{p_A}$$

dove:

Q_s = portata d'aria in condizioni normali (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s)

T = temperatura all'ingresso del tubo di Venturi (K)

p_A = pressione assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (kPa).

Per determinare il campo di portata critica, riportare in grafico K_v in funzione della pressione all'ingresso del tubo di Venturi. Alla portata critica (strozzata), K_v avrà un valore relativamente costante. Al diminuire della pressione (aumento del vuoto), cessa lo strozzamento del tubo di Venturi e K_v diminuisce, indicando che il CFV funziona al di fuori dell'intervallo ammesso.

Calcolare il K_v medio e la deviazione standard per almeno 8 punti nella regione di portata critica. La deviazione standard non deve superare $\pm 0,3$ % del K_v medio.

3.4. Taratura del tubo di Venturi subsonico (SSV)

La taratura del SSV è basata sull'equazione di portata per un tubo di Venturi subsonico. La portata del gas è funzione della pressione e della temperatura d'ingresso nonché della caduta di pressione tra l'ingresso e la gola del SSV:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r^{1.4286} - r^{1.7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

▼ C2

dove:

A_0 = aggruppamento di costanti e conversioni di unità

$$= 0,006111 \text{ in unità SI di } \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left(\frac{1}{mm^2} \right)$$

d = diametro di gola del SSV (m)

C_d = coefficiente di portata del SSV

P_A = pressione assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (kPa)

T = temperatura all'ingresso del tubo di Venturi (K)

r = rapporto tra la gola del SSV e la pressione assoluta e statica all'ingresso = $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

β = rapporto tra il diametro di gola del SSV, d e il diametro interno del condotto d'ingresso $\frac{d}{D}$

3.4.1. *Analisi dei dati*

La portata dell'aria (Q_{SSV}) in ciascuna posizione di regolazione della portata (minimo 16 punti) va calcolata in normal m^3 al minuto in base ai dati del flussimetro seguendo il metodo prescritto dal costruttore. Il coefficiente di portata si calcola come segue dai dati di taratura per ciascuna posizione di regolazione:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T} \left(r^{1.4286} - r^{1.7143} \right) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}}$$

dove:

Q_{SSV} = portata d'aria in condizioni normali (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T = temperatura all'ingresso del tubo di Venturi, K

d = diametro di gola del SSV, m

r = rapporto tra la gola del SSV e la pressione assoluta e statica all'ingresso = $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

β = rapporto tra il diametro di gola del SSV, d e il diametro interno del condotto d'ingresso = $\frac{d}{D}$

Per determinare il campo di portata subsonica, riportare in grafico C_d in funzione del numero di Reynolds alla gola del SSV. Per calcolare il numero di Reynolds Re alla gola del SSV si usa la formula seguente:

$$Re = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

▼ C2

dove:

A_1 = raggruppamento di costanti e conversioni di unità

$$= 25,55152 \left(\frac{1}{m^3} \right) \left(\frac{\text{min}}{s} \right) \left(\frac{mm}{m} \right)$$

Q_{SSV} = portata d'aria in condizioni normali (101,3 kPa, 273 K)
(m^3/s)

d = diametro di gola del SSV (m)

μ = viscosità assoluta o dinamica del gas, calcolata con la formula seguente:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S + T} = \frac{bT^{1/2}}{1 + \frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

dove:

$$b = \text{costante empirica} = 1,458 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{msK}^2}$$

$$S = \text{costante empirica} = 110,4 \text{ K}$$

Dal momento che Q_{SSV} fa parte della formula per il calcolo di Re , occorre iniziare i calcoli con un valore a scelta di Q_{SSV} o C_d del Venturi di taratura e ripeterli finché Q_{SSV} converge. Il metodo di convergenza deve avere una precisione almeno pari allo 0,1 %.

Per almeno sedici punti nella regione di portata subsonica, i valori di C_d calcolati dalla risultante equazione di interpolazione della curva di taratura non devono eccedere $\pm 0,5$ % del C_d misurato per ciascun punto di taratura.

3.5. Verifica dell'intero sistema

La precisione dell'intero sistema di campionamento CVS e del sistema analitico viene determinata introducendo nel sistema funzionante in condizioni normali una massa nota di un gas inquinante. Analizzare l'inquinante e calcolare la massa come indicato nell'allegato III, appendice 3, punto 2.4.1, salvo nel caso del propano per il quale si usa un fattore di 0,000472 anziché 0,000479 per gli HC. Utilizzare una delle due tecniche indicate di seguito.

3.5.1. Misurazione con un orificio a portata critica

Alimentare il sistema CVS con una quantità nota di gas puro (propano) attraverso un orificio critico calibrato. Se la pressione di immissione è sufficientemente elevata, la portata, che viene regolata mediante l'orificio a portata critica, è indipendente dalla pressione di uscita dall'orificio (portata critica). Far funzionare il sistema CVS come nella normale analisi delle emissioni di scarico per circa 5-10 minuti. Analizzare un campione di gas con la consueta apparecchiatura (sacco di campionamento o metodo di integrazione) e calcolare la massa del gas. La massa così determinata deve corrispondere con un'approssimazione di ± 3 % alla massa nota del gas iniettato.

▼ C23.5.2. *Misurazione mediante tecnica gravimetrica*

Determinare il peso di una piccola bombola riempita di propano con una precisione di $\pm 0,01$ g. Far funzionare per circa 5-10 minuti il sistema CVS come nella normale analisi delle emissioni di scarico iniettando nel sistema monossido di carbonio o propano. Determinare mediante pesata differenziale la quantità di gas puro passato. Analizzare un campione di gas con la consueta apparecchiatura (sacco di campionamento o metodo di integrazione) e calcolare la massa del gas. La massa così determinata deve corrispondere con un'approssimazione di ± 3 % alla massa nota del gas iniettato.

▼B*Appendice 3***▼M3****▼C2****VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI****▼B****1. ►M3 ►C2 VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI — PROVA NRSC ◀◀◀****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 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.

▼M3**▼C2****1.2. Emissioni di particolato**

Per la valutazione del particolato, registrare le masse (M_{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 (cfr. punto 3.1, allegato III). La massa del particolato (M_f per il metodo a filtro singolo; M_{f, i} per il metodo a filtri multipli) è la somma delle masse del particolato raccolte sui filtri principale e di sicurezza. Se si deve applicare la correzione del fondo, registrare la massa (M_{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} ottenuto per ciascuna misurazione.

▼B**1.3. Calcolo delle emissioni gassose**

I risultati finali della prova registrati risultano dai seguenti calcoli.

▼M3**▼C2****1.3.1. Determinazione del flusso di gas di scarico**

La portata del gas di scarico (G_{EXHW}) 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}) per ciascuna modalità conformemente all'allegato III, appendice 1, punto 1.2.4.

1.3.2. Correzione secco/umido

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

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

▼ C2

Per il gas di scarico grezzo:

$$K_{W,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\%CO_{[secco]} + \%CO_2[secco]) + K_{w2}} \right)$$

Per il gas di scarico diluito:

$$K_{W,e,1} = \left(1 - \frac{1,88 \times CO_2 \%(\text{umido})}{200} \right) - K_{w1}$$

oppure:

$$K_{W,e,1} = \left(\frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times CO_2 \%(\text{secco})}{200}} \right)$$

Per l'aria di diluizione:

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

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

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

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

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

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

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

dove:

H_a: umidità assoluta dell'aria di aspirazione (g d'acqua per kg di aria secca)

H_d: umidità assoluta dell'aria di diluizione (g d'acqua per kg di aria secca)

R_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 (kPa)

p_a: pressione di vapore di saturazione dell'aria di aspirazione (kPa)

p_B: pressione barometrica totale (kPa).

Nota: H_a e H_d possono essere ricavati dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misurazione della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

▼ **C2**1.3.3. *Correzione degli NO_x in funzione dell'umidità*

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

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

dove:

T_a: temperatura dell'aria (K)

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

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

dove:

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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

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⁾

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = u \times \text{conc} \times G_{\text{EXHW}}$$

b) Per il gas di scarico diluito ⁽¹⁾:

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

dove:

conc_c è la concentrazione corretta in funzione del fondo

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

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

⁽¹⁾ Nel caso degli NO_x, la concentrazione di NO_x (NO_xconc o NO_xconc_c) va moltiplicata per K_{HNOx} (fattore di correzione degli NO_x in funzione dell'umidità menzionato al punto 1.3.3) nella maniera seguente: K_{HNOx} × conc o K_{HNOx} × conc_c.

▼ C2

oppure:

$$DF=13,4/\text{conc}_{\text{CO}_2}$$

Usare il coefficiente u - umido della tabella 4.

Tabella 4:

Valori del coefficiente u — umido per vari componenti dello scarico

| Gas | u | conc |
|-----------------|----------|-----------|
| NO _x | 0,001587 | ppm |
| CO | 0,000966 | ppm |
| HC | 0,000479 | ppm |
| CO ₂ | 15,19 | per cento |

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:

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

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 3.7.1.

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

L'emissione di particolato si calcola nel modo seguente.

1.4.1. *Fattore di correzione del particolato in funzione dell'umidità*

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:

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

dove:

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

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

▼ C2

dove:

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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

1.4.2. Sistema di diluizione a flusso parziale

I risultati finali della prova relativa all'emissione 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} . Tutti i calcoli devono essere basati sui valori medi delle singole modalità (i) durante il periodo di campionamento.

1.4.2.1. Sistemi isocinetici

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

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

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

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

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

dove:

$Conc_E$ = concentrazione su umido del gas tracciante nello scarico grezzo

$Conc_D$ = concentrazione su umido del gas tracciante nello scarico diluito

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

Convertire in concentrazioni misurate su umido le concentrazioni misurate sul 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

▼ C2

(concentrazioni in % in volume su umido)

Questa equazione è basata sul presupposto dell'equilibrio del carbonio (gli atomi di carbonio forniti al motore vengono emessi come CO₂) 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 della portata

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

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

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.

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

1.4.4. Calcolo della portata massica del particolato

Calcolare la portata massica del particolato come segue.

Per il metodo a filtro singolo:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

dove:

$(G_{EDFW})_{aver}$ lungo il ciclo di prova viene determinato per sommatoria dei valori medi delle singole modalità durante il periodo di campionamento:

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

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

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

Per il metodo a filtri multipli:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

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

▼ C2

La portata massica del particolato può essere corretta in funzione del fondo come segue.

Per il metodo a filtro singolo:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

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

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

oppure:

$$DF = 13,4 / concCO_2$$

Per il metodo multifiltro:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left[\frac{G_{EDFW,i}}{1000} \right]$$

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

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

oppure:

$$DF = 13,4 / concCO_2$$

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:

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

Per il metodo a filtri multipli:

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

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

▼ **C2**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:

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

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

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 3.7.1.

2. VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI (PROVA NRTC)

In questa sezione sono descritti i due principi di misurazione utilizzabili per valutare le emissioni inquinanti durante il ciclo NRTC:

- misurazione in tempo reale dei componenti gassosi nel gas di scarico grezzo e determinazione del particolato mediante un sistema di diluizione a flusso parziale,
- determinazione dei componenti gassosi e del particolato mediante un sistema di diluizione a flusso pieno (sistema CVS).

2.1. **Calcolo delle emissioni gassose nel gas di scarico grezzo e delle emissioni di particolato con un sistema di diluizione a flusso parziale**2.1.1. *Introduzione*

I segnali di concentrazione istantanea dei componenti gassosi sono utilizzati per calcolare le emissioni in massa mediante moltiplicazione per la portata in massa istantanea del gas di scarico. La portata massica dello scarico può essere misurata direttamente o calcolata con i metodi descritti nell'allegato III, appendice 1, punto 2.2.3 (misurazione del flusso dell'aria di aspirazione e del flusso di carburante, metodo del gas tracciante, misurazione dell'aria di aspirazione e del rapporto aria/carburante). Occorre prestare particolare attenzione al tempo di risposta dei diversi strumenti. Queste differenze devono essere tenute in considerazione mediante allineamento temporale dei segnali.

Per il particolato, i segnali della portata massica dello scarico sono usati per controllare che il sistema di diluizione a flusso parziale prelevi un campione proporzionale alla portata in massa del gas di scarico. Per controllare che la proporzionalità sia corretta si utilizza un'analisi di regressione tra il campione e la portata del gas di scarico secondo le modalità descritte nell'allegato III, appendice 1, punto 2.4.

2.1.2. *Determinazione dei componenti gassosi*2.1.2.1. *Calcolo delle emissioni in massa*

Per determinare la massa degli inquinanti M_{gas} (g/prova) occorre ricavare le emissioni istantanee in massa utilizzando le concentrazioni grezze degli inquinanti, i valori di u riportati nella tabella 4 (cfr. anche il punto 1.3.4) e la portata massica dello scarico allineata per tenere conto del tempo di trasformazione e integrare su tutto il ciclo i valori istantanei ottenuti. Le concentrazioni vanno misurate di preferenza su umido. Se sono invece misurate sul secco, applicare ai valori delle concentrazioni istantanee la correzione da secco a umido indicata di seguito prima di procedere ad ulteriori calcoli.

▼ C2Tabella 4: Valori del coefficiente u - umido per vari componenti dello scarico.

| Gas | u | conc |
|-----------------|----------|-----------|
| NO _x | 0,001587 | ppm |
| CO | 0,000966 | ppm |
| HC | 0,000479 | ppm |
| CO ₂ | 15,19 | per cento |

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

Usare la formula seguente:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \text{ (in g/prova)}$$

dove:

u = rapporto tra la densità del componente dello scarico e la densità del gas di scarico

$conc_i$ = concentrazione istantanea del componente in questione nello scarico grezzo (ppm)

$G_{EXH, w,i}$ = portata massica istantanea del gas di scarico (kg/s)

f = frequenza di campionamento dei dati (Hz)

n = numero di misurazioni.

Per il calcolo di NO_x utilizzare il fattore di correzione dell'umidità k_{H1} descritto di seguito.

Salvo che sia già stata misurata su umido, convertire nel valore su base umida come descritto di seguito la concentrazione istantanea misurata.

2.1.2.2. Correzione secco/umido

Se la concentrazione istantanea è misurata sul secco, convertirla nel valore su umido secondo le formule seguenti.

$$conc_{umido} = k_W \times conc_{secco}$$

dove:

$$K_{W, r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (conc_{CO} + conc_{CO_2}) + K_{W2}} \right)$$

con:

$$k_{W2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

▼ **C2**

dove:

$conc_{CO_2}$ = concentrazione di CO₂ sul secco (%)

$conc_{CO}$ = concentrazione di CO sul secco (%)

H_a = umidità dell'aria di aspirazione (g d'acqua per kg di 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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

2.1.2.3. Correzione degli NO_x in funzione dell'umidità e della temperatura

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

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

con:

T_a = temperatura dell'aria aspirata (K)

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

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

dove:

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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

▼ **M6**

2.1.2.4. Calcolo delle emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) di ciascun singolo componente sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

dove:

$M_{\text{gas,cold}}$ = massa totale dell'inquinante gassoso su tutto il ciclo con avviamento a freddo (g)

▼ M6

$M_{\text{gas,hot}}$ = massa totale dell'inquinante gassoso su tutto il ciclo con avviamento a caldo (g)

$W_{\text{act,cold}}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a freddo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a caldo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2. (kWh)

▼ C22.1.3. *Determinazione del particolato***▼ M6**2.1.3.1. *Calcolo delle emissioni massiche*

Le masse del particolato $M_{\text{PT,cold}}$ e $M_{\text{PT,hot}}$ (g/prova) sono calcolate utilizzando uno dei due metodi seguenti:

$$\text{a) } M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

dove:

M_{PT} = $M_{\text{PT,cold}}$ per il ciclo con avviamento a freddo

M_{PT} = $M_{\text{PT,hot}}$ per il ciclo con avviamento a caldo

M_f = massa del particolato prelevato su tutto il ciclo (mg)

M_{EDFW} = massa del gas di scarico diluito equivalente su tutto il ciclo (kg)

M_{SAM} = massa del gas di scarico diluito che passa attraverso i filtri di raccolta del particolato (kg)

La massa totale del gas di scarico diluito equivalente su tutto il ciclo è determinata come indicato di seguito:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^{I=n} G_{EDFW,i} \times \frac{1}{f}$$

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

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

dove:

$G_{EDFW,i}$ = portata massica istantanea del gas di scarico diluito equivalente (kg/s)

$G_{EXHW,i}$ = portata massica istantanea del gas di scarico (kg/s)

q_i = rapporto di diluizione istantaneo

$G_{TOTW,i}$ = portata massica istantanea del gas di scarico diluito attraverso il tunnel di diluizione (kg/s)

$G_{DILW,i}$ = portata massica istantanea dell'aria di diluizione (kg/s)

f = frequenza di campionamento dei dati (Hz)

n = numero di misurazioni

▼ M6

$$b) M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1\,000}$$

dove:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ per il ciclo con avviamento a freddo

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ per il ciclo con avviamento a caldo

M_f = massa del particolato prelevato su tutto il ciclo (mg)

r_s = rapporto medio di campionamento su tutto il ciclo di prova

dove:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

M_{SE} = massa del campione di scarico prelevata su tutto il ciclo (kg)

M_{EXHW} = portata massica totale dello scarico su tutto il ciclo (kg)

M_{SAM} = massa del gas di scarico diluito che passa attraverso i filtri di raccolta del particolato (kg)

M_{TOTW} = massa del gas di scarico diluito che passa attraverso il tunnel di diluizione (kg)

NOTA: nel caso del metodo di campionamento totale, M_{SAM} e M_{TOTW} sono identici.

▼ C2

2.1.3.2. Fattore di correzione del particolato in funzione dell'umidità

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

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)\right]}$$

dove:

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

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

▼ M6

2.1.3.3. Calcolo delle emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) sono calcolate nel modo seguente:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

dove:

$M_{PT,cold}$ = massa del particolato su tutto il ciclo con avviamento a freddo (g/prova)

$M_{PT,hot}$ = massa del particolato su tutto il ciclo con avviamento a caldo (g/prova)

$K_{p,cold}$ = fattore di correzione dell'umidità per il particolato nel ciclo con avviamento a freddo

$K_{p,hot}$ = fattore di correzione dell'umidità per il particolato nel ciclo con avviamento a caldo

$W_{act,cold}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a freddo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh)

$W_{act,hot}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a caldo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2. (kWh).

▼ C22.2. **Determinazione dei componenti gassosi e del particolato con un sistema di diluizione a flusso pieno**

Per calcolare le emissioni contenute nel gas di scarico diluito è necessario conoscere la portata massica del gas di scarico diluito. La massa totale dei gas di scarico diluiti relativa a tutto il ciclo M_{TOTW} (kg/prova) viene calcolata in base ai valori delle misure effettuate su tutto il ciclo e possono essere utilizzati i corrispondenti dati di taratura del sistema di misura della portata (V_0 per PDP, K_V per CFV e C_d per SSV) ottenuti con uno dei metodi corrispondenti descritti al punto 2.2.1. Se la massa totale del campione di particolato (M_{SAM}) e degli inquinanti gassosi supera lo 0,5 % della portata totale nel CVS (M_{TOTW}), tale portata deve essere corretta in funzione di M_{SAM} oppure il flusso del campione di particolato deve essere rinviato nel CVS prima che nel dispositivo di misura della portata.

2.2.1. *Determinazione del flusso del gas di scarico diluito*

Sistema PDP-CVS

Per calcolare la portata massica su tutto il ciclo occorre procedere nella maniera descritta di seguito, avendo cura di mantenere la temperatura del gas di scarico diluito entro un limite di ± 6 K su tutto il ciclo utilizzando uno scambiatore di calore.

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

dove:

M_{TOTW} = massa del gas di scarico diluito su tutto il ciclo su umido

V_0 = volume di gas pompato per giro nelle condizioni di prova (m³/giro)

N_p = giri totali della pompa in ciascuna prova

p_B = pressione atmosferica nella sala prova (kPa)

p_1 = caduta di pressione (rispetto alla pressione atmosferica) misurata all'ingresso della pompa (kPa)

T = temperatura media del gas di scarico diluito all'ingresso della pompa su tutto il ciclo (K).

▼ C2

Se si usa un sistema di compensazione della portata (vale a dire senza scambiatore di calore), occorre calcolare le emissioni istantanee in massa e integrarle su tutto il ciclo. In tal caso, per calcolare la massa istantanea del gas di scarico diluito, procedere come descritto di seguito:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p,i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

dove:

$N_{p,i}$ = giri totali della pompa per intervallo di tempo

Sistema CFV-CVS

Per calcolare la portata massica su tutto il ciclo occorre procedere nella maniera descritta di seguito, avendo cura di mantenere la temperatura del gas di scarico diluito entro un limite di ± 11 K su tutto il ciclo utilizzando uno scambiatore di calore.

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

dove:

M_{TOTW} = massa del gas di scarico diluito su tutto il ciclo su umido

t = durata del ciclo (s)

K_V = coefficiente di taratura del tubo di Venturi a portata critica in condizioni normali

p_A = pressione assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (kPa)

T = temperatura assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (K).

Se si usa un sistema di compensazione della portata (vale a dire senza scambiatore di calore), occorre calcolare le emissioni istantanee in massa e integrarle su tutto il ciclo. In tal caso, per calcolare la massa istantanea del gas di scarico diluito, procedere come descritto di seguito:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

dove:

Δt_i = intervallo di tempo (s).

Sistema SSV-CVS

Per calcolare la portata massica su tutto il ciclo occorre procedere nella maniera descritta di seguito, avendo cura di mantenere la temperatura del gas di scarico diluito entro un limite di ± 11 K su tutto il ciclo utilizzando uno scambiatore di calore:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

dove:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right) \right]}$$

A_0 = raggruppamento di costanti e conversioni di unità

$$= 0,006111 \text{ in unità SI di } \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left(\frac{1}{mm^2} \right)$$

▼ C2

d = diametro di gola del SSV (m)

C_d = coefficiente di portata del SSV

P_A = pressione assoluta all'ingresso del tubo di Venturi (kPa)

T = temperatura all'ingresso del tubo di Venturi (K)

r = rapporto tra la gola del SSV e la pressione assoluta e statica all'ingresso = $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

β = rapporto tra il diametro di gola del SSV, d e il diametro interno del condotto d'ingresso = $\frac{d}{D}$

Se si usa un sistema di compensazione della portata (vale a dire senza scambiatore di calore), occorre calcolare le emissioni istantanee in massa e integrarle su tutto il ciclo. In tal caso, per calcolare la massa istantanea del gas di scarico diluito, procedere come descritto di seguito:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

dove

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r^{1.4286} - r^{1.7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

Δt_i = intervallo di tempo (s)

Il calcolo in tempo reale va inizializzato con un valore ragionevole per C_d , ad esempio 0,98, o un valore ragionevole per Q_{SSV} . Se il calcolo è inizializzato con Q_{SSV} , il valore iniziale di Q_{SSV} è utilizzato per valutare Re .

Nel corso di tutte le prove relative alle emissioni, il numero di Reynolds alla gola del SSV deve rientrare nei valori dei numeri di Reynolds utilizzati per ricavare la curva di taratura di cui all'appendice 2, punto 3.2.

2.2.2. *Correzione degli NO_x in funzione dell'umidità*

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere corretta per tener conto dell'umidità dell'aria ambiente secondo i fattori dati dalle formule seguenti.

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

dove:

T_a = temperatura dell'aria (K)

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

dove:

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

▼ C2

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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

2.2.3. *Calcolo della portata massica delle emissioni*

2.2.3.1. Sistemi a portata in massa costante

Per i sistemi che utilizzano uno scambiatore di calore, la massa degli inquinanti M_{GAS} (g/prova) dev'essere determinata mediante la seguente equazione:

$$M_{GAS} = u \times \text{conc} \times M_{TOTW}$$

dove:

u = rapporto tra la densità del componente dello scarico e la densità del gas di scarico diluito come da tabella 4, punto 2.1.2.1

conc = concentrazioni medie corrette in funzione del fondo su tutto il ciclo ricavate per integrazione (procedimento obbligatorio per NO_x e HC) o per misurazione in sacco (ppm)

M_{TOTW} = massa totale del gas di scarico diluito su tutto il ciclo determinata come indicato al punto 2.2.1 (kg).

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere corretta per tener conto dell'umidità dell'aria ambiente mediante il fattore k_H , come indicato al punto 2.2.2.

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

2.2.3.1.1. Determinazione delle concentrazioni corrette in funzione del fondo

Per ottenere la concentrazione netta degli inquinanti occorre sottrarre alle concentrazioni misurate la concentrazione media di fondo degli inquinanti gassosi nell'aria di diluizione. I valori medi delle concentrazioni di fondo possono essere determinati con il metodo del sacco di campionamento oppure mediante misurazione continua e integrazione. Usare la formula seguente:

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

dove:

conc = concentrazione dell'inquinante in questione nel gas di scarico diluito, corretta in funzione della quantità dell'inquinante contenuta nell'aria di diluizione (ppm)

conc_e = concentrazione dell'inquinante in questione misurata nel gas di scarico diluito (ppm)

conc_d = concentrazione dell'inquinante in questione misurata nell'aria di diluizione (ppm)

DF = fattore di diluizione.

▼ C2

Il fattore di diluizione viene calcolato come segue:

$$DF = \frac{13,4}{conc_{eCO_2} + (conc_{eHC} + conc_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

2.2.3.2. Sistemi con compensazione della portata

Per i sistemi che non utilizzano uno scambiatore di calore, la massa degli inquinanti M_{GAS} (g/prova) dev'essere determinata calcolando le emissioni istantanee in massa ed integrando su tutto il ciclo i valori istantanei. La correzione in funzione del fondo va inoltre applicata direttamente al valore della concentrazione istantanea. Usare le formule seguenti:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times conc_{e,i} \times u) - (M_{TOTW} \times conc_d \times (1 - 1/DF) \times u)$$

dove:

$conc_e$ = concentrazione istantanea dell'inquinante in questione misurata nel gas di scarico diluito (ppm)

$conc_d$ = concentrazione dell'inquinante in questione misurata nell'aria di diluizione (ppm)

u = rapporto tra la densità del componente dello scarico e la densità del gas di scarico diluito come da tabella 4, punto 2.1.2.1

$M_{TOTW,i}$ = massa istantanea del gas di scarico diluito (punto 2.2.1) (kg)

M_{TOTW} = massa totale del gas di scarico diluito su tutto il ciclo (punto 2.2.1) (kg)

DF = fattore di diluizione così come determinato al punto 2.2.3.1.1.

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere corretta per tener conto dell'umidità dell'aria ambiente mediante il fattore k_H , come indicato al punto 2.2.2.

▼ M6

2.2.4. Calcolo delle emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) di ciascun singolo componente sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{(1/10)M_{gas,cold} + (9/10)M_{gas,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

dove:

$M_{gas,cold}$ = massa totale dell'inquinante gassoso su tutto il ciclo con avviamento a freddo (g)

$M_{gas,hot}$ = massa totale dell'inquinante gassoso su tutto il ciclo con avviamento a caldo (g)

$W_{act,cold}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a freddo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh)

$W_{act,hot}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a caldo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh)

▼ C22.2.5. *Calcolo dell'emissione di particolato***▼ M6**2.2.5.1. *Calcolo della portata massica*

Le masse del particolato $M_{PT,cold}$ e $M_{PT,hot}$ (g/prova) sono calcolate nel modo seguente:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1\ 000}$$

dove:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ per il ciclo con avviamento a freddo

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ per il ciclo con avviamento a caldo

M_f = massa del particolato prelevato su tutto il ciclo (mg)

M_{TOTW} = massa totale del gas di scarico diluito su tutto il ciclo, determinata secondo quanto illustrato al punto 2.2.1 (kg)

M_{SAM} = massa del gas di scarico diluito prelevato dal tunnel di diluizione per la raccolta del particolato (kg)

e

M_f = $M_{f,p} + M_{f,b}$, se pesati separatamente (mg)

$M_{f,p}$ = massa di particolato raccolta sul filtro principale (mg)

$M_{f,b}$ = massa di particolato raccolta sul filtro di sicurezza (mg)

Se si usa un sistema a doppia diluizione, sottrarre la massa dell'aria di diluizione secondaria dalla massa totale del gas di scarico sottoposto a doppia diluizione prelevato attraverso i filtri del particolato.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

dove:

M_{TOT} = massa del gas di scarico sottoposto a doppia diluizione attraverso il filtro del particolato (kg)

M_{SEC} = massa dell'aria di diluizione secondaria (kg)

Se il livello di fondo del particolato nell'aria di diluizione viene determinato come indicato nell'allegato III, punto 4.4.4., si può applicare la correzione del fondo alla massa del particolato. In tal caso, per calcolare le masse del particolato $M_{PT,cold}$ e $M_{PT,hot}$ (g/prova) procedere come descritto di seguito:

$$M_{PT} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \frac{M_{TOTW}}{1\ 000}$$

dove:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ per il ciclo con avviamento a freddo

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ per il ciclo con avviamento a caldo

M_f , M_{SAM} , M_{TOTW} = vedi sopra

M_{DIL} = massa dell'aria di diluizione primaria campionata mediante il campionatore del particolato di fondo (kg)

M_d = massa del particolato di fondo raccolto nell'aria di diluizione primaria (mg)

DF = fattore di diluizione determinato secondo quanto illustrato al punto 2.2.3.1.1.

▼ C2

2.2.5.2. Fattore di correzione del particolato in funzione dell'umidità

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

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

dove:

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

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

dove:

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).

Nota: H_a può essere ricavato dalla misurazione dell'umidità relativa, come descritto in precedenza, o dalla misura del punto di rugiada, dalla misura della pressione di vapore o dalla misura a bulbo secco/umido mediante le formule generalmente accettate.

▼ M6

2.2.5.3. Calcolo delle emissioni specifiche

Le emissioni specifiche (g/kWh) sono calcolate nel modo seguente:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

dove:

$M_{PT,cold}$ = massa del particolato su tutto il ciclo con avviamento a freddo dell'NRTC (g/prova)

$M_{PT,hot}$ = massa del particolato su tutto il ciclo con avviamento a caldo dell'NRTC (g/prova)

$K_{p,cold}$ = fattore di correzione dell'umidità per il particolato nel ciclo con avviamento a freddo

$K_{p,hot}$ = fattore di correzione dell'umidità per il particolato nel ciclo con avviamento a caldo

$W_{act,cold}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a freddo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh)

$W_{act,hot}$ = lavoro prodotto nel ciclo effettivo su tutto il ciclo con avviamento a caldo, determinato secondo quanto illustrato nell'allegato III, punto 4.6.2 (kWh).

▼ M3▼ C2*Appendice 4***SEQUENZA DI PROVA DEL DINAMOMETRO DURANTE IL CICLO
NRTC**

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 |
| 24 | 1 | 3 |
| 25 | 1 | 3 |
| 26 | 1 | 3 |
| 27 | 1 | 3 |
| 28 | 1 | 3 |
| 29 | 1 | 3 |
| 30 | 1 | 6 |
| 31 | 1 | 6 |
| 32 | 2 | 1 |
| 33 | 4 | 13 |
| 34 | 7 | 18 |
| 35 | 9 | 21 |
| 36 | 17 | 20 |
| 37 | 33 | 42 |
| 38 | 57 | 46 |
| 39 | 44 | 33 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 40 | 31 | 0 |
| 41 | 22 | 27 |
| 42 | 33 | 43 |
| 43 | 80 | 49 |
| 44 | 105 | 47 |
| 45 | 98 | 70 |
| 46 | 104 | 36 |
| 47 | 104 | 65 |
| 48 | 96 | 71 |
| 49 | 101 | 62 |
| 50 | 102 | 51 |
| 51 | 102 | 50 |
| 52 | 102 | 46 |
| 53 | 102 | 41 |
| 54 | 102 | 31 |
| 55 | 89 | 2 |
| 56 | 82 | 0 |
| 57 | 47 | 1 |
| 58 | 23 | 1 |
| 59 | 1 | 3 |
| 60 | 1 | 8 |
| 61 | 1 | 3 |
| 62 | 1 | 5 |
| 63 | 1 | 6 |
| 64 | 1 | 4 |
| 65 | 1 | 4 |
| 66 | 0 | 6 |
| 67 | 1 | 4 |
| 68 | 9 | 21 |
| 69 | 25 | 56 |
| 70 | 64 | 26 |
| 71 | 60 | 31 |
| 72 | 63 | 20 |
| 73 | 62 | 24 |
| 74 | 64 | 8 |
| 75 | 58 | 44 |
| 76 | 65 | 10 |
| 77 | 65 | 12 |
| 78 | 68 | 23 |
| 79 | 69 | 30 |
| 80 | 71 | 30 |
| 81 | 74 | 15 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 82 | 71 | 23 |
| 83 | 73 | 20 |
| 84 | 73 | 21 |
| 85 | 73 | 19 |
| 86 | 70 | 33 |
| 87 | 70 | 34 |
| 88 | 65 | 47 |
| 89 | 66 | 47 |
| 90 | 64 | 53 |
| 91 | 65 | 45 |
| 92 | 66 | 38 |
| 93 | 67 | 49 |
| 94 | 69 | 39 |
| 95 | 69 | 39 |
| 96 | 66 | 42 |
| 97 | 71 | 29 |
| 98 | 75 | 29 |
| 99 | 72 | 23 |
| 100 | 74 | 22 |
| 101 | 75 | 24 |
| 102 | 73 | 30 |
| 103 | 74 | 24 |
| 104 | 77 | 6 |
| 105 | 76 | 12 |
| 106 | 74 | 39 |
| 107 | 72 | 30 |
| 108 | 75 | 22 |
| 109 | 78 | 64 |
| 110 | 102 | 34 |
| 111 | 103 | 28 |
| 112 | 103 | 28 |
| 113 | 103 | 19 |
| 114 | 103 | 32 |
| 115 | 104 | 25 |
| 116 | 103 | 38 |
| 117 | 103 | 39 |
| 118 | 103 | 34 |
| 119 | 102 | 44 |
| 120 | 103 | 38 |
| 121 | 102 | 43 |
| 122 | 103 | 34 |
| 123 | 102 | 41 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 124 | 103 | 44 |
| 125 | 103 | 37 |
| 126 | 103 | 27 |
| 127 | 104 | 13 |
| 128 | 104 | 30 |
| 129 | 104 | 19 |
| 130 | 103 | 28 |
| 131 | 104 | 40 |
| 132 | 104 | 32 |
| 133 | 101 | 63 |
| 134 | 102 | 54 |
| 135 | 102 | 52 |
| 136 | 102 | 51 |
| 137 | 103 | 40 |
| 138 | 104 | 34 |
| 139 | 102 | 36 |
| 140 | 104 | 44 |
| 141 | 103 | 44 |
| 142 | 104 | 33 |
| 143 | 102 | 27 |
| 144 | 103 | 26 |
| 145 | 79 | 53 |
| 146 | 51 | 37 |
| 147 | 24 | 23 |
| 148 | 13 | 33 |
| 149 | 19 | 55 |
| 150 | 45 | 30 |
| 151 | 34 | 7 |
| 152 | 14 | 4 |
| 153 | 8 | 16 |
| 154 | 15 | 6 |
| 155 | 39 | 47 |
| 156 | 39 | 4 |
| 157 | 35 | 26 |
| 158 | 27 | 38 |
| 159 | 43 | 40 |
| 160 | 14 | 23 |
| 161 | 10 | 10 |
| 162 | 15 | 33 |
| 163 | 35 | 72 |
| 164 | 60 | 39 |
| 165 | 55 | 31 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 166 | 47 | 30 |
| 167 | 16 | 7 |
| 168 | 0 | 6 |
| 169 | 0 | 8 |
| 170 | 0 | 8 |
| 171 | 0 | 2 |
| 172 | 2 | 17 |
| 173 | 10 | 28 |
| 174 | 28 | 31 |
| 175 | 33 | 30 |
| 176 | 36 | 0 |
| 177 | 19 | 10 |
| 178 | 1 | 18 |
| 179 | 0 | 16 |
| 180 | 1 | 3 |
| 181 | 1 | 4 |
| 182 | 1 | 5 |
| 183 | 1 | 6 |
| 184 | 1 | 5 |
| 185 | 1 | 3 |
| 186 | 1 | 4 |
| 187 | 1 | 4 |
| 188 | 1 | 6 |
| 189 | 8 | 18 |
| 190 | 20 | 51 |
| 191 | 49 | 19 |
| 192 | 41 | 13 |
| 193 | 31 | 16 |
| 194 | 28 | 21 |
| 195 | 21 | 17 |
| 196 | 31 | 21 |
| 197 | 21 | 8 |
| 198 | 0 | 14 |
| 199 | 0 | 12 |
| 200 | 3 | 8 |
| 201 | 3 | 22 |
| 202 | 12 | 20 |
| 203 | 14 | 20 |
| 204 | 16 | 17 |
| 205 | 20 | 18 |
| 206 | 27 | 34 |
| 207 | 32 | 33 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 208 | 41 | 31 |
| 209 | 43 | 31 |
| 210 | 37 | 33 |
| 211 | 26 | 18 |
| 212 | 18 | 29 |
| 213 | 14 | 51 |
| 214 | 13 | 11 |
| 215 | 12 | 9 |
| 216 | 15 | 33 |
| 217 | 20 | 25 |
| 218 | 25 | 17 |
| 219 | 31 | 29 |
| 220 | 36 | 66 |
| 221 | 66 | 40 |
| 222 | 50 | 13 |
| 223 | 16 | 24 |
| 224 | 26 | 50 |
| 225 | 64 | 23 |
| 226 | 81 | 20 |
| 227 | 83 | 11 |
| 228 | 79 | 23 |
| 229 | 76 | 31 |
| 230 | 68 | 24 |
| 231 | 59 | 33 |
| 232 | 59 | 3 |
| 233 | 25 | 7 |
| 234 | 21 | 10 |
| 235 | 20 | 19 |
| 236 | 4 | 10 |
| 237 | 5 | 7 |
| 238 | 4 | 5 |
| 239 | 4 | 6 |
| 240 | 4 | 6 |
| 241 | 4 | 5 |
| 242 | 7 | 5 |
| 243 | 16 | 28 |
| 244 | 28 | 25 |
| 245 | 52 | 53 |
| 246 | 50 | 8 |
| 247 | 26 | 40 |
| 248 | 48 | 29 |
| 249 | 54 | 39 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 250 | 60 | 42 |
| 251 | 48 | 18 |
| 252 | 54 | 51 |
| 253 | 88 | 90 |
| 254 | 103 | 84 |
| 255 | 103 | 85 |
| 256 | 102 | 84 |
| 257 | 58 | 66 |
| 258 | 64 | 97 |
| 259 | 56 | 80 |
| 260 | 51 | 67 |
| 261 | 52 | 96 |
| 262 | 63 | 62 |
| 263 | 71 | 6 |
| 264 | 33 | 16 |
| 265 | 47 | 45 |
| 266 | 43 | 56 |
| 267 | 42 | 27 |
| 268 | 42 | 64 |
| 269 | 75 | 74 |
| 270 | 68 | 96 |
| 271 | 86 | 61 |
| 272 | 66 | 0 |
| 273 | 37 | 0 |
| 274 | 45 | 37 |
| 275 | 68 | 96 |
| 276 | 80 | 97 |
| 277 | 92 | 96 |
| 278 | 90 | 97 |
| 279 | 82 | 96 |
| 280 | 94 | 81 |
| 281 | 90 | 85 |
| 282 | 96 | 65 |
| 283 | 70 | 96 |
| 284 | 55 | 95 |
| 285 | 70 | 96 |
| 286 | 79 | 96 |
| 287 | 81 | 71 |
| 288 | 71 | 60 |
| 289 | 92 | 65 |
| 290 | 82 | 63 |
| 291 | 61 | 47 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 292 | 52 | 37 |
| 293 | 24 | 0 |
| 294 | 20 | 7 |
| 295 | 39 | 48 |
| 296 | 39 | 54 |
| 297 | 63 | 58 |
| 298 | 53 | 31 |
| 299 | 51 | 24 |
| 300 | 48 | 40 |
| 301 | 39 | 0 |
| 302 | 35 | 18 |
| 303 | 36 | 16 |
| 304 | 29 | 17 |
| 305 | 28 | 21 |
| 306 | 31 | 15 |
| 307 | 31 | 10 |
| 308 | 43 | 19 |
| 309 | 49 | 63 |
| 310 | 78 | 61 |
| 311 | 78 | 46 |
| 312 | 66 | 65 |
| 313 | 78 | 97 |
| 314 | 84 | 63 |
| 315 | 57 | 26 |
| 316 | 36 | 22 |
| 317 | 20 | 34 |
| 318 | 19 | 8 |
| 319 | 9 | 10 |
| 320 | 5 | 5 |
| 321 | 7 | 11 |
| 322 | 15 | 15 |
| 323 | 12 | 9 |
| 324 | 13 | 27 |
| 325 | 15 | 28 |
| 326 | 16 | 28 |
| 327 | 16 | 31 |
| 328 | 15 | 20 |
| 329 | 17 | 0 |
| 330 | 20 | 34 |
| 331 | 21 | 25 |
| 332 | 20 | 0 |
| 333 | 23 | 25 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 334 | 30 | 58 |
| 335 | 63 | 96 |
| 336 | 83 | 60 |
| 337 | 61 | 0 |
| 338 | 26 | 0 |
| 339 | 29 | 44 |
| 340 | 68 | 97 |
| 341 | 80 | 97 |
| 342 | 88 | 97 |
| 343 | 99 | 88 |
| 344 | 102 | 86 |
| 345 | 100 | 82 |
| 346 | 74 | 79 |
| 347 | 57 | 79 |
| 348 | 76 | 97 |
| 349 | 84 | 97 |
| 350 | 86 | 97 |
| 351 | 81 | 98 |
| 352 | 83 | 83 |
| 353 | 65 | 96 |
| 354 | 93 | 72 |
| 355 | 63 | 60 |
| 356 | 72 | 49 |
| 357 | 56 | 27 |
| 358 | 29 | 0 |
| 359 | 18 | 13 |
| 360 | 25 | 11 |
| 361 | 28 | 24 |
| 362 | 34 | 53 |
| 363 | 65 | 83 |
| 364 | 80 | 44 |
| 365 | 77 | 46 |
| 366 | 76 | 50 |
| 367 | 45 | 52 |
| 368 | 61 | 98 |
| 369 | 61 | 69 |
| 370 | 63 | 49 |
| 371 | 32 | 0 |
| 372 | 10 | 8 |
| 373 | 17 | 7 |
| 374 | 16 | 13 |
| 375 | 11 | 6 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 376 | 9 | 5 |
| 377 | 9 | 12 |
| 378 | 12 | 46 |
| 379 | 15 | 30 |
| 380 | 26 | 28 |
| 381 | 13 | 9 |
| 382 | 16 | 21 |
| 383 | 24 | 4 |
| 384 | 36 | 43 |
| 385 | 65 | 85 |
| 386 | 78 | 66 |
| 387 | 63 | 39 |
| 388 | 32 | 34 |
| 389 | 46 | 55 |
| 390 | 47 | 42 |
| 391 | 42 | 39 |
| 392 | 27 | 0 |
| 393 | 14 | 5 |
| 394 | 14 | 14 |
| 395 | 24 | 54 |
| 396 | 60 | 90 |
| 397 | 53 | 66 |
| 398 | 70 | 48 |
| 399 | 77 | 93 |
| 400 | 79 | 67 |
| 401 | 46 | 65 |
| 402 | 69 | 98 |
| 403 | 80 | 97 |
| 404 | 74 | 97 |
| 405 | 75 | 98 |
| 406 | 56 | 61 |
| 407 | 42 | 0 |
| 408 | 36 | 32 |
| 409 | 34 | 43 |
| 410 | 68 | 83 |
| 411 | 102 | 48 |
| 412 | 62 | 0 |
| 413 | 41 | 39 |
| 414 | 71 | 86 |
| 415 | 91 | 52 |
| 416 | 89 | 55 |
| 417 | 89 | 56 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 418 | 88 | 58 |
| 419 | 78 | 69 |
| 420 | 98 | 39 |
| 421 | 64 | 61 |
| 422 | 90 | 34 |
| 423 | 88 | 38 |
| 424 | 97 | 62 |
| 425 | 100 | 53 |
| 426 | 81 | 58 |
| 427 | 74 | 51 |
| 428 | 76 | 57 |
| 429 | 76 | 72 |
| 430 | 85 | 72 |
| 431 | 84 | 60 |
| 432 | 83 | 72 |
| 433 | 83 | 72 |
| 434 | 86 | 72 |
| 435 | 89 | 72 |
| 436 | 86 | 72 |
| 437 | 87 | 72 |
| 438 | 88 | 72 |
| 439 | 88 | 71 |
| 440 | 87 | 72 |
| 441 | 85 | 71 |
| 442 | 88 | 72 |
| 443 | 88 | 72 |
| 444 | 84 | 72 |
| 445 | 83 | 73 |
| 446 | 77 | 73 |
| 447 | 74 | 73 |
| 448 | 76 | 72 |
| 449 | 46 | 77 |
| 450 | 78 | 62 |
| 451 | 79 | 35 |
| 452 | 82 | 38 |
| 453 | 81 | 41 |
| 454 | 79 | 37 |
| 455 | 78 | 35 |
| 456 | 78 | 38 |
| 457 | 78 | 46 |
| 458 | 75 | 49 |
| 459 | 73 | 50 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 460 | 79 | 58 |
| 461 | 79 | 71 |
| 462 | 83 | 44 |
| 463 | 53 | 48 |
| 464 | 40 | 48 |
| 465 | 51 | 75 |
| 466 | 75 | 72 |
| 467 | 89 | 67 |
| 468 | 93 | 60 |
| 469 | 89 | 73 |
| 470 | 86 | 73 |
| 471 | 81 | 73 |
| 472 | 78 | 73 |
| 473 | 78 | 73 |
| 474 | 76 | 73 |
| 475 | 79 | 73 |
| 476 | 82 | 73 |
| 477 | 86 | 73 |
| 478 | 88 | 72 |
| 479 | 92 | 71 |
| 480 | 97 | 54 |
| 481 | 73 | 43 |
| 482 | 36 | 64 |
| 483 | 63 | 31 |
| 484 | 78 | 1 |
| 485 | 69 | 27 |
| 486 | 67 | 28 |
| 487 | 72 | 9 |
| 488 | 71 | 9 |
| 489 | 78 | 36 |
| 490 | 81 | 56 |
| 491 | 75 | 53 |
| 492 | 60 | 45 |
| 493 | 50 | 37 |
| 494 | 66 | 41 |
| 495 | 51 | 61 |
| 496 | 68 | 47 |
| 497 | 29 | 42 |
| 498 | 24 | 73 |
| 499 | 64 | 71 |
| 500 | 90 | 71 |
| 501 | 100 | 61 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 502 | 94 | 73 |
| 503 | 84 | 73 |
| 504 | 79 | 73 |
| 505 | 75 | 72 |
| 506 | 78 | 73 |
| 507 | 80 | 73 |
| 508 | 81 | 73 |
| 509 | 81 | 73 |
| 510 | 83 | 73 |
| 511 | 85 | 73 |
| 512 | 84 | 73 |
| 513 | 85 | 73 |
| 514 | 86 | 73 |
| 515 | 85 | 73 |
| 516 | 85 | 73 |
| 517 | 85 | 72 |
| 518 | 85 | 73 |
| 519 | 83 | 73 |
| 520 | 79 | 73 |
| 521 | 78 | 73 |
| 522 | 81 | 73 |
| 523 | 82 | 72 |
| 524 | 94 | 56 |
| 525 | 66 | 48 |
| 526 | 35 | 71 |
| 527 | 51 | 44 |
| 528 | 60 | 23 |
| 529 | 64 | 10 |
| 530 | 63 | 14 |
| 531 | 70 | 37 |
| 532 | 76 | 45 |
| 533 | 78 | 18 |
| 534 | 76 | 51 |
| 535 | 75 | 33 |
| 536 | 81 | 17 |
| 537 | 76 | 45 |
| 538 | 76 | 30 |
| 539 | 80 | 14 |
| 540 | 71 | 18 |
| 541 | 71 | 14 |
| 542 | 71 | 11 |
| 543 | 65 | 2 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 544 | 31 | 26 |
| 545 | 24 | 72 |
| 546 | 64 | 70 |
| 547 | 77 | 62 |
| 548 | 80 | 68 |
| 549 | 83 | 53 |
| 550 | 83 | 50 |
| 551 | 83 | 50 |
| 552 | 85 | 43 |
| 553 | 86 | 45 |
| 554 | 89 | 35 |
| 555 | 82 | 61 |
| 556 | 87 | 50 |
| 557 | 85 | 55 |
| 558 | 89 | 49 |
| 559 | 87 | 70 |
| 560 | 91 | 39 |
| 561 | 72 | 3 |
| 562 | 43 | 25 |
| 563 | 30 | 60 |
| 564 | 40 | 45 |
| 565 | 37 | 32 |
| 566 | 37 | 32 |
| 567 | 43 | 70 |
| 568 | 70 | 54 |
| 569 | 77 | 47 |
| 570 | 79 | 66 |
| 571 | 85 | 53 |
| 572 | 83 | 57 |
| 573 | 86 | 52 |
| 574 | 85 | 51 |
| 575 | 70 | 39 |
| 576 | 50 | 5 |
| 577 | 38 | 36 |
| 578 | 30 | 71 |
| 579 | 75 | 53 |
| 580 | 84 | 40 |
| 581 | 85 | 42 |
| 582 | 86 | 49 |
| 583 | 86 | 57 |
| 584 | 89 | 68 |
| 585 | 99 | 61 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 586 | 77 | 29 |
| 587 | 81 | 72 |
| 588 | 89 | 69 |
| 589 | 49 | 56 |
| 590 | 79 | 70 |
| 591 | 104 | 59 |
| 592 | 103 | 54 |
| 593 | 102 | 56 |
| 594 | 102 | 56 |
| 595 | 103 | 61 |
| 596 | 102 | 64 |
| 597 | 103 | 60 |
| 598 | 93 | 72 |
| 599 | 86 | 73 |
| 600 | 76 | 73 |
| 601 | 59 | 49 |
| 602 | 46 | 22 |
| 603 | 40 | 65 |
| 604 | 72 | 31 |
| 605 | 72 | 27 |
| 606 | 67 | 44 |
| 607 | 68 | 37 |
| 608 | 67 | 42 |
| 609 | 68 | 50 |
| 610 | 77 | 43 |
| 611 | 58 | 4 |
| 612 | 22 | 37 |
| 613 | 57 | 69 |
| 614 | 68 | 38 |
| 615 | 73 | 2 |
| 616 | 40 | 14 |
| 617 | 42 | 38 |
| 618 | 64 | 69 |
| 619 | 64 | 74 |
| 620 | 67 | 73 |
| 621 | 65 | 73 |
| 622 | 68 | 73 |
| 623 | 65 | 49 |
| 624 | 81 | 0 |
| 625 | 37 | 25 |
| 626 | 24 | 69 |
| 627 | 68 | 71 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 628 | 70 | 71 |
| 629 | 76 | 70 |
| 630 | 71 | 72 |
| 631 | 73 | 69 |
| 632 | 76 | 70 |
| 633 | 77 | 72 |
| 634 | 77 | 72 |
| 635 | 77 | 72 |
| 636 | 77 | 70 |
| 637 | 76 | 71 |
| 638 | 76 | 71 |
| 639 | 77 | 71 |
| 640 | 77 | 71 |
| 641 | 78 | 70 |
| 642 | 77 | 70 |
| 643 | 77 | 71 |
| 644 | 79 | 72 |
| 645 | 78 | 70 |
| 646 | 80 | 70 |
| 647 | 82 | 71 |
| 648 | 84 | 71 |
| 649 | 83 | 71 |
| 650 | 83 | 73 |
| 651 | 81 | 70 |
| 652 | 80 | 71 |
| 653 | 78 | 71 |
| 654 | 76 | 70 |
| 655 | 76 | 70 |
| 656 | 76 | 71 |
| 657 | 79 | 71 |
| 658 | 78 | 71 |
| 659 | 81 | 70 |
| 660 | 83 | 72 |
| 661 | 84 | 71 |
| 662 | 86 | 71 |
| 663 | 87 | 71 |
| 664 | 92 | 72 |
| 665 | 91 | 72 |
| 666 | 90 | 71 |
| 667 | 90 | 71 |
| 668 | 91 | 71 |
| 669 | 90 | 70 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 670 | 90 | 72 |
| 671 | 91 | 71 |
| 672 | 90 | 71 |
| 673 | 90 | 71 |
| 674 | 92 | 72 |
| 675 | 93 | 69 |
| 676 | 90 | 70 |
| 677 | 93 | 72 |
| 678 | 91 | 70 |
| 679 | 89 | 71 |
| 680 | 91 | 71 |
| 681 | 90 | 71 |
| 682 | 90 | 71 |
| 683 | 92 | 71 |
| 684 | 91 | 71 |
| 685 | 93 | 71 |
| 686 | 93 | 68 |
| 687 | 98 | 68 |
| 688 | 98 | 67 |
| 689 | 100 | 69 |
| 690 | 99 | 68 |
| 691 | 100 | 71 |
| 692 | 99 | 68 |
| 693 | 100 | 69 |
| 694 | 102 | 72 |
| 695 | 101 | 69 |
| 696 | 100 | 69 |
| 697 | 102 | 71 |
| 698 | 102 | 71 |
| 699 | 102 | 69 |
| 700 | 102 | 71 |
| 701 | 102 | 68 |
| 702 | 100 | 69 |
| 703 | 102 | 70 |
| 704 | 102 | 68 |
| 705 | 102 | 70 |
| 706 | 102 | 72 |
| 707 | 102 | 68 |
| 708 | 102 | 69 |
| 709 | 100 | 68 |
| 710 | 102 | 71 |
| 711 | 101 | 64 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 712 | 102 | 69 |
| 713 | 102 | 69 |
| 714 | 101 | 69 |
| 715 | 102 | 64 |
| 716 | 102 | 69 |
| 717 | 102 | 68 |
| 718 | 102 | 70 |
| 719 | 102 | 69 |
| 720 | 102 | 70 |
| 721 | 102 | 70 |
| 722 | 102 | 62 |
| 723 | 104 | 38 |
| 724 | 104 | 15 |
| 725 | 102 | 24 |
| 726 | 102 | 45 |
| 727 | 102 | 47 |
| 728 | 104 | 40 |
| 729 | 101 | 52 |
| 730 | 103 | 32 |
| 731 | 102 | 50 |
| 732 | 103 | 30 |
| 733 | 103 | 44 |
| 734 | 102 | 40 |
| 735 | 103 | 43 |
| 736 | 103 | 41 |
| 737 | 102 | 46 |
| 738 | 103 | 39 |
| 739 | 102 | 41 |
| 740 | 103 | 41 |
| 741 | 102 | 38 |
| 742 | 103 | 39 |
| 743 | 102 | 46 |
| 744 | 104 | 46 |
| 745 | 103 | 49 |
| 746 | 102 | 45 |
| 747 | 103 | 42 |
| 748 | 103 | 46 |
| 749 | 103 | 38 |
| 750 | 102 | 48 |
| 751 | 103 | 35 |
| 752 | 102 | 48 |
| 753 | 103 | 49 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 754 | 102 | 48 |
| 755 | 102 | 46 |
| 756 | 103 | 47 |
| 757 | 102 | 49 |
| 758 | 102 | 42 |
| 759 | 102 | 52 |
| 760 | 102 | 57 |
| 761 | 102 | 55 |
| 762 | 102 | 61 |
| 763 | 102 | 61 |
| 764 | 102 | 58 |
| 765 | 103 | 58 |
| 766 | 102 | 59 |
| 767 | 102 | 54 |
| 768 | 102 | 63 |
| 769 | 102 | 61 |
| 770 | 103 | 55 |
| 771 | 102 | 60 |
| 772 | 102 | 72 |
| 773 | 103 | 56 |
| 774 | 102 | 55 |
| 775 | 102 | 67 |
| 776 | 103 | 56 |
| 777 | 84 | 42 |
| 778 | 48 | 7 |
| 779 | 48 | 6 |
| 780 | 48 | 6 |
| 781 | 48 | 7 |
| 782 | 48 | 6 |
| 783 | 48 | 7 |
| 784 | 67 | 21 |
| 785 | 105 | 59 |
| 786 | 105 | 96 |
| 787 | 105 | 74 |
| 788 | 105 | 66 |
| 789 | 105 | 62 |
| 790 | 105 | 66 |
| 791 | 89 | 41 |
| 792 | 52 | 5 |
| 793 | 48 | 5 |
| 794 | 48 | 7 |
| 795 | 48 | 5 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 796 | 48 | 6 |
| 797 | 48 | 4 |
| 798 | 52 | 6 |
| 799 | 51 | 5 |
| 800 | 51 | 6 |
| 801 | 51 | 6 |
| 802 | 52 | 5 |
| 803 | 52 | 5 |
| 804 | 57 | 44 |
| 805 | 98 | 90 |
| 806 | 105 | 94 |
| 807 | 105 | 100 |
| 808 | 105 | 98 |
| 809 | 105 | 95 |
| 810 | 105 | 96 |
| 811 | 105 | 92 |
| 812 | 104 | 97 |
| 813 | 100 | 85 |
| 814 | 94 | 74 |
| 815 | 87 | 62 |
| 816 | 81 | 50 |
| 817 | 81 | 46 |
| 818 | 80 | 39 |
| 819 | 80 | 32 |
| 820 | 81 | 28 |
| 821 | 80 | 26 |
| 822 | 80 | 23 |
| 823 | 80 | 23 |
| 824 | 80 | 20 |
| 825 | 81 | 19 |
| 826 | 80 | 18 |
| 827 | 81 | 17 |
| 828 | 80 | 20 |
| 829 | 81 | 24 |
| 830 | 81 | 21 |
| 831 | 80 | 26 |
| 832 | 80 | 24 |
| 833 | 80 | 23 |
| 834 | 80 | 22 |
| 835 | 81 | 21 |
| 836 | 81 | 24 |
| 837 | 81 | 24 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 838 | 81 | 22 |
| 839 | 81 | 22 |
| 840 | 81 | 21 |
| 841 | 81 | 31 |
| 842 | 81 | 27 |
| 843 | 80 | 26 |
| 844 | 80 | 26 |
| 845 | 81 | 25 |
| 846 | 80 | 21 |
| 847 | 81 | 20 |
| 848 | 83 | 21 |
| 849 | 83 | 15 |
| 850 | 83 | 12 |
| 851 | 83 | 9 |
| 852 | 83 | 8 |
| 853 | 83 | 7 |
| 854 | 83 | 6 |
| 855 | 83 | 6 |
| 856 | 83 | 6 |
| 857 | 83 | 6 |
| 858 | 83 | 6 |
| 859 | 76 | 5 |
| 860 | 49 | 8 |
| 861 | 51 | 7 |
| 862 | 51 | 20 |
| 863 | 78 | 52 |
| 864 | 80 | 38 |
| 865 | 81 | 33 |
| 866 | 83 | 29 |
| 867 | 83 | 22 |
| 868 | 83 | 16 |
| 869 | 83 | 12 |
| 870 | 83 | 9 |
| 871 | 83 | 8 |
| 872 | 83 | 7 |
| 873 | 83 | 6 |
| 874 | 83 | 6 |
| 875 | 83 | 6 |
| 876 | 83 | 6 |
| 877 | 83 | 6 |
| 878 | 59 | 4 |
| 879 | 50 | 5 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 880 | 51 | 5 |
| 881 | 51 | 5 |
| 882 | 51 | 5 |
| 883 | 50 | 5 |
| 884 | 50 | 5 |
| 885 | 50 | 5 |
| 886 | 50 | 5 |
| 887 | 50 | 5 |
| 888 | 51 | 5 |
| 889 | 51 | 5 |
| 890 | 51 | 5 |
| 891 | 63 | 50 |
| 892 | 81 | 34 |
| 893 | 81 | 25 |
| 894 | 81 | 29 |
| 895 | 81 | 23 |
| 896 | 80 | 24 |
| 897 | 81 | 24 |
| 898 | 81 | 28 |
| 899 | 81 | 27 |
| 900 | 81 | 22 |
| 901 | 81 | 19 |
| 902 | 81 | 17 |
| 903 | 81 | 17 |
| 904 | 81 | 17 |
| 905 | 81 | 15 |
| 906 | 80 | 15 |
| 907 | 80 | 28 |
| 908 | 81 | 22 |
| 909 | 81 | 24 |
| 910 | 81 | 19 |
| 911 | 81 | 21 |
| 912 | 81 | 20 |
| 913 | 83 | 26 |
| 914 | 80 | 63 |
| 915 | 80 | 59 |
| 916 | 83 | 100 |
| 917 | 81 | 73 |
| 918 | 83 | 53 |
| 919 | 80 | 76 |
| 920 | 81 | 61 |
| 921 | 80 | 50 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 922 | 81 | 37 |
| 923 | 82 | 49 |
| 924 | 83 | 37 |
| 925 | 83 | 25 |
| 926 | 83 | 17 |
| 927 | 83 | 13 |
| 928 | 83 | 10 |
| 929 | 83 | 8 |
| 930 | 83 | 7 |
| 931 | 83 | 7 |
| 932 | 83 | 6 |
| 933 | 83 | 6 |
| 934 | 83 | 6 |
| 935 | 71 | 5 |
| 936 | 49 | 24 |
| 937 | 69 | 64 |
| 938 | 81 | 50 |
| 939 | 81 | 43 |
| 940 | 81 | 42 |
| 941 | 81 | 31 |
| 942 | 81 | 30 |
| 943 | 81 | 35 |
| 944 | 81 | 28 |
| 945 | 81 | 27 |
| 946 | 80 | 27 |
| 947 | 81 | 31 |
| 948 | 81 | 41 |
| 949 | 81 | 41 |
| 950 | 81 | 37 |
| 951 | 81 | 43 |
| 952 | 81 | 34 |
| 953 | 81 | 31 |
| 954 | 81 | 26 |
| 955 | 81 | 23 |
| 956 | 81 | 27 |
| 957 | 81 | 38 |
| 958 | 81 | 40 |
| 959 | 81 | 39 |
| 960 | 81 | 27 |
| 961 | 81 | 33 |
| 962 | 80 | 28 |
| 963 | 81 | 34 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 964 | 83 | 72 |
| 965 | 81 | 49 |
| 966 | 81 | 51 |
| 967 | 80 | 55 |
| 968 | 81 | 48 |
| 969 | 81 | 36 |
| 970 | 81 | 39 |
| 971 | 81 | 38 |
| 972 | 80 | 41 |
| 973 | 81 | 30 |
| 974 | 81 | 23 |
| 975 | 81 | 19 |
| 976 | 81 | 25 |
| 977 | 81 | 29 |
| 978 | 83 | 47 |
| 979 | 81 | 90 |
| 980 | 81 | 75 |
| 981 | 80 | 60 |
| 982 | 81 | 48 |
| 983 | 81 | 41 |
| 984 | 81 | 30 |
| 985 | 80 | 24 |
| 986 | 81 | 20 |
| 987 | 81 | 21 |
| 988 | 81 | 29 |
| 989 | 81 | 29 |
| 990 | 81 | 27 |
| 991 | 81 | 23 |
| 992 | 81 | 25 |
| 993 | 81 | 26 |
| 994 | 81 | 22 |
| 995 | 81 | 20 |
| 996 | 81 | 17 |
| 997 | 81 | 23 |
| 998 | 83 | 65 |
| 999 | 81 | 54 |
| 1 000 | 81 | 50 |
| 1 001 | 81 | 41 |
| 1 002 | 81 | 35 |
| 1 003 | 81 | 37 |
| 1 004 | 81 | 29 |
| 1 005 | 81 | 28 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 006 | 81 | 24 |
| 1 007 | 81 | 19 |
| 1 008 | 81 | 16 |
| 1 009 | 80 | 16 |
| 1 010 | 83 | 23 |
| 1 011 | 83 | 17 |
| 1 012 | 83 | 13 |
| 1 013 | 83 | 27 |
| 1 014 | 81 | 58 |
| 1 015 | 81 | 60 |
| 1 016 | 81 | 46 |
| 1 017 | 80 | 41 |
| 1 018 | 80 | 36 |
| 1 019 | 81 | 26 |
| 1 020 | 86 | 18 |
| 1 021 | 82 | 35 |
| 1 022 | 79 | 53 |
| 1 023 | 82 | 30 |
| 1 024 | 83 | 29 |
| 1 025 | 83 | 32 |
| 1 026 | 83 | 28 |
| 1 027 | 76 | 60 |
| 1 028 | 79 | 51 |
| 1 029 | 86 | 26 |
| 1 030 | 82 | 34 |
| 1 031 | 84 | 25 |
| 1 032 | 86 | 23 |
| 1 033 | 85 | 22 |
| 1 034 | 83 | 26 |
| 1 035 | 83 | 25 |
| 1 036 | 83 | 37 |
| 1 037 | 84 | 14 |
| 1 038 | 83 | 39 |
| 1 039 | 76 | 70 |
| 1 040 | 78 | 81 |
| 1 041 | 75 | 71 |
| 1 042 | 86 | 47 |
| 1 043 | 83 | 35 |
| 1 044 | 81 | 43 |
| 1 045 | 81 | 41 |
| 1 046 | 79 | 46 |
| 1 047 | 80 | 44 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 048 | 84 | 20 |
| 1 049 | 79 | 31 |
| 1 050 | 87 | 29 |
| 1 051 | 82 | 49 |
| 1 052 | 84 | 21 |
| 1 053 | 82 | 56 |
| 1 054 | 81 | 30 |
| 1 055 | 85 | 21 |
| 1 056 | 86 | 16 |
| 1 057 | 79 | 52 |
| 1 058 | 78 | 60 |
| 1 059 | 74 | 55 |
| 1 060 | 78 | 84 |
| 1 061 | 80 | 54 |
| 1 062 | 80 | 35 |
| 1 063 | 82 | 24 |
| 1 064 | 83 | 43 |
| 1 065 | 79 | 49 |
| 1 066 | 83 | 50 |
| 1 067 | 86 | 12 |
| 1 068 | 64 | 14 |
| 1 069 | 24 | 14 |
| 1 070 | 49 | 21 |
| 1 071 | 77 | 48 |
| 1 072 | 103 | 11 |
| 1 073 | 98 | 48 |
| 1 074 | 101 | 34 |
| 1 075 | 99 | 39 |
| 1 076 | 103 | 11 |
| 1 077 | 103 | 19 |
| 1 078 | 103 | 7 |
| 1 079 | 103 | 13 |
| 1 080 | 103 | 10 |
| 1 081 | 102 | 13 |
| 1 082 | 101 | 29 |
| 1 083 | 102 | 25 |
| 1 084 | 102 | 20 |
| 1 085 | 96 | 60 |
| 1 086 | 99 | 38 |
| 1 087 | 102 | 24 |
| 1 088 | 100 | 31 |
| 1 089 | 100 | 28 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 090 | 98 | 3 |
| 1 091 | 102 | 26 |
| 1 092 | 95 | 64 |
| 1 093 | 102 | 23 |
| 1 094 | 102 | 25 |
| 1 095 | 98 | 42 |
| 1 096 | 93 | 68 |
| 1 097 | 101 | 25 |
| 1 098 | 95 | 64 |
| 1 099 | 101 | 35 |
| 1 100 | 94 | 59 |
| 1 101 | 97 | 37 |
| 1 102 | 97 | 60 |
| 1 103 | 93 | 98 |
| 1 104 | 98 | 53 |
| 1 105 | 103 | 13 |
| 1 106 | 103 | 11 |
| 1 107 | 103 | 11 |
| 1 108 | 103 | 13 |
| 1 109 | 103 | 10 |
| 1 110 | 103 | 10 |
| 1 111 | 103 | 11 |
| 1 112 | 103 | 10 |
| 1 113 | 103 | 10 |
| 1 114 | 102 | 18 |
| 1 115 | 102 | 31 |
| 1 116 | 101 | 24 |
| 1 117 | 102 | 19 |
| 1 118 | 103 | 10 |
| 1 119 | 102 | 12 |
| 1 120 | 99 | 56 |
| 1 121 | 96 | 59 |
| 1 122 | 74 | 28 |
| 1 123 | 66 | 62 |
| 1 124 | 74 | 29 |
| 1 125 | 64 | 74 |
| 1 126 | 69 | 40 |
| 1 127 | 76 | 2 |
| 1 128 | 72 | 29 |
| 1 129 | 66 | 65 |
| 1 130 | 54 | 69 |
| 1 131 | 69 | 56 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 132 | 69 | 40 |
| 1 133 | 73 | 54 |
| 1 134 | 63 | 92 |
| 1 135 | 61 | 67 |
| 1 136 | 72 | 42 |
| 1 137 | 78 | 2 |
| 1 138 | 76 | 34 |
| 1 139 | 67 | 80 |
| 1 140 | 70 | 67 |
| 1 141 | 53 | 70 |
| 1 142 | 72 | 65 |
| 1 143 | 60 | 57 |
| 1 144 | 74 | 29 |
| 1 145 | 69 | 31 |
| 1 146 | 76 | 1 |
| 1 147 | 74 | 22 |
| 1 148 | 72 | 52 |
| 1 149 | 62 | 96 |
| 1 150 | 54 | 72 |
| 1 151 | 72 | 28 |
| 1 152 | 72 | 35 |
| 1 153 | 64 | 68 |
| 1 154 | 74 | 27 |
| 1 155 | 76 | 14 |
| 1 156 | 69 | 38 |
| 1 157 | 66 | 59 |
| 1 158 | 64 | 99 |
| 1 159 | 51 | 86 |
| 1 160 | 70 | 53 |
| 1 161 | 72 | 36 |
| 1 162 | 71 | 47 |
| 1 163 | 70 | 42 |
| 1 164 | 67 | 34 |
| 1 165 | 74 | 2 |
| 1 166 | 75 | 21 |
| 1 167 | 74 | 15 |
| 1 168 | 75 | 13 |
| 1 169 | 76 | 10 |
| 1 170 | 75 | 13 |
| 1 171 | 75 | 10 |
| 1 172 | 75 | 7 |
| 1 173 | 75 | 13 |

▼ C2

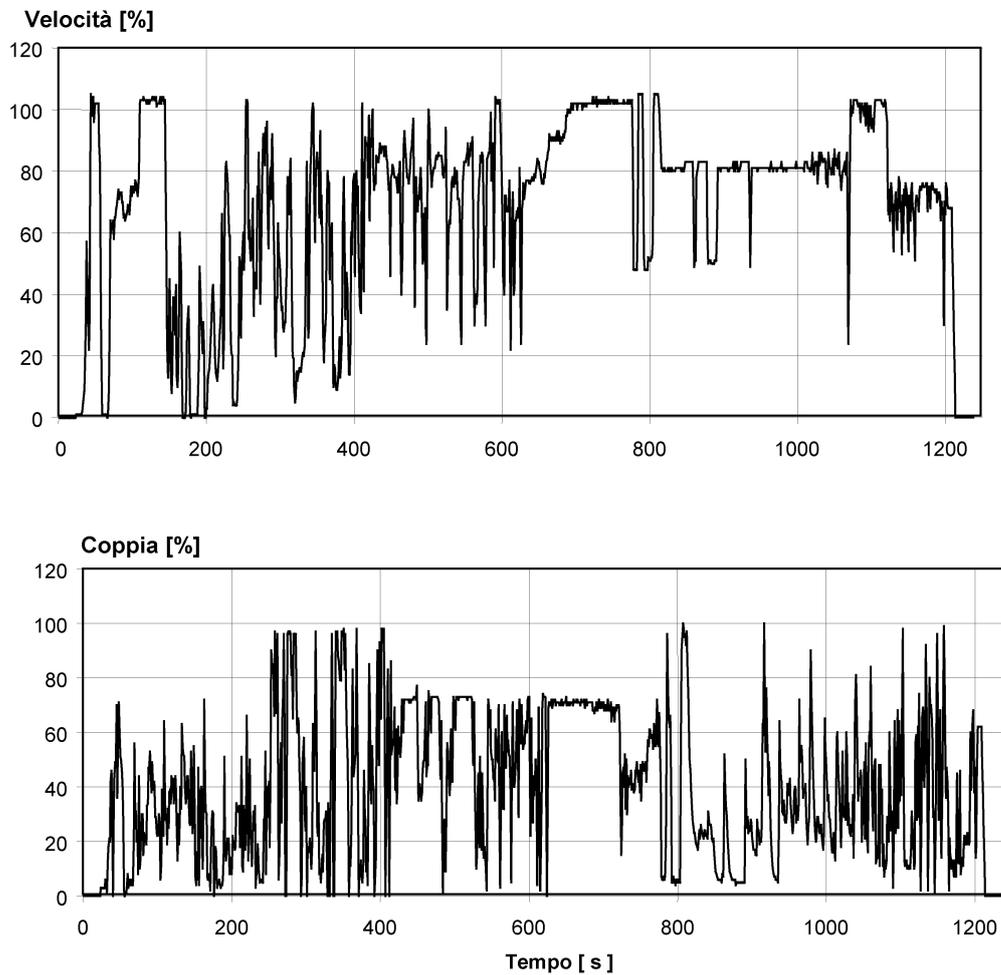
| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 174 | 76 | 8 |
| 1 175 | 76 | 7 |
| 1 176 | 67 | 45 |
| 1 177 | 75 | 13 |
| 1 178 | 75 | 12 |
| 1 179 | 73 | 21 |
| 1 180 | 68 | 46 |
| 1 181 | 74 | 8 |
| 1 182 | 76 | 11 |
| 1 183 | 76 | 14 |
| 1 184 | 74 | 11 |
| 1 185 | 74 | 18 |
| 1 186 | 73 | 22 |
| 1 187 | 74 | 20 |
| 1 188 | 74 | 19 |
| 1 189 | 70 | 22 |
| 1 190 | 71 | 23 |
| 1 191 | 73 | 19 |
| 1 192 | 73 | 19 |
| 1 193 | 72 | 20 |
| 1 194 | 64 | 60 |
| 1 195 | 70 | 39 |
| 1 196 | 66 | 56 |
| 1 197 | 68 | 64 |
| 1 198 | 30 | 68 |
| 1 199 | 70 | 38 |
| 1 200 | 66 | 47 |
| 1 201 | 76 | 14 |
| 1 202 | 74 | 18 |
| 1 203 | 69 | 46 |
| 1 204 | 68 | 62 |
| 1 205 | 68 | 62 |
| 1 206 | 68 | 62 |
| 1 207 | 68 | 62 |
| 1 208 | 68 | 62 |
| 1 209 | 68 | 62 |
| 1 210 | 54 | 50 |
| 1 211 | 41 | 37 |
| 1 212 | 27 | 25 |
| 1 213 | 14 | 12 |
| 1 214 | 0 | 0 |
| 1 215 | 0 | 0 |

▼ C2

| Tempo (s) | Norm. Velocità (%) | Norm. Coppia (%) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 216 | 0 | 0 |
| 1 217 | 0 | 0 |
| 1 218 | 0 | 0 |
| 1 219 | 0 | 0 |
| 1 220 | 0 | 0 |
| 1 221 | 0 | 0 |
| 1 222 | 0 | 0 |
| 1 223 | 0 | 0 |
| 1 224 | 0 | 0 |
| 1 225 | 0 | 0 |
| 1 226 | 0 | 0 |
| 1 227 | 0 | 0 |
| 1 228 | 0 | 0 |
| 1 229 | 0 | 0 |
| 1 230 | 0 | 0 |
| 1 231 | 0 | 0 |
| 1 232 | 0 | 0 |
| 1 233 | 0 | 0 |
| 1 234 | 0 | 0 |
| 1 235 | 0 | 0 |
| 1 236 | 0 | 0 |
| 1 237 | 0 | 0 |
| 1 238 | 0 | 0 |

▼ C2

La figura che segue mostra una rappresentazione grafica della sequenza di prova del dinamometro durante il ciclo NRTC

NRTC-Sequenza di prova del dinamometro

▼ C2

Appendice 5

REQUISITI DI DUREVOLEZZA**1. PERIODO DI DUREVOLEZZA RELATIVO ALLE EMISSIONI E FATTORI DI DETERIORAMENTO**

La presente appendice si applica solo ai motori ad accensione spontanea nelle fasi III A, III B e IV.

1.1. Per tutte le famiglie di motori delle fasi IIIA e IIIB il costruttore determina un fattore di deterioramento (Deterioration Factor — DF) per ciascun inquinante regolamentato. I DF sono utilizzati per l'omologazione e per le prove di linea di produzione.

1.1.1. Le prove per la determinazione dei DF devono essere eseguite come indicato di seguito.

1.1.1.1. Il costruttore esegue la prova di durata per accumulare ore di funzionamento del motore secondo un programma di prove elaborate in base a criteri di buona pratica ingegneristica e rappresentative del funzionamento del motore in condizioni d'uso sotto il profilo del deterioramento del livello delle emissioni. La prova di durata deve rappresentare generalmente l'equivalente di almeno un quarto del periodo di durevolezza relativo alle emissioni (Emission Durability Period — EDP).

Le ore di funzionamento possono essere accumulate su banco dinamometrico o in condizioni di normale impiego della macchina. È possibile eseguire prove di durata accelerate, caratterizzate da un programma di prove di accumulo di ore di funzionamento eseguite con un fattore di carico più elevato di quello caratteristico delle normali condizioni d'uso. Il fattore di accelerazione che mette in relazione il numero di ore della prova di durata del motore con il numero equivalente di ore dell'EDP viene determinato dal costruttore del motore in base a criteri di buona pratica ingegneristica.

Nel periodo di effettuazione della prova di durata nessun componente in grado di incidere sulle emissioni può essere riparato o sostituito al di fuori del consueto programma di manutenzione raccomandato dal costruttore.

Il motore di prova, i sottosistemi o i componenti da usare per determinare i DF delle emissioni di scarico per una famiglia di motori, o per famiglie di motori dotate di una tecnologia equivalente per quanto concerne il sistema di controllo delle emissioni, vengono selezionati dal costruttore in base a criteri di buona pratica ingegneristica. Il motore sottoposto a prova deve essere rappresentativo delle caratteristiche di deterioramento delle emissioni delle famiglie di motori alle quali verranno applicati i risultanti DF ai fini della certificazione. Motori caratterizzati da differenze nell'alesaggio e nella corsa, nella configurazione, nei sistemi di alimentazione aria e combustibile possono essere considerati equivalenti sotto il profilo delle caratteristiche di deterioramento delle emissioni se tale equivalenza è suffragata da valide argomentazioni tecniche.

È possibile applicare i valori di DF di un altro costruttore se vi sono validi motivi per ritenere le tecnologie equivalenti sotto il profilo del deterioramento delle emissioni e se si è in grado di dimostrare che le prove sono state effettuate secondo le apposite prescrizioni.

Le prove relative alle emissioni vengono effettuate secondo i procedimenti definiti nella presente direttiva per il motore di prova, dopo il rodaggio iniziale ma prima di ogni accumulo di ore di funzionamento e una volta ultimata la prova di durata. Le prove relative alle emissioni possono essere inoltre effettuate a scadenze periodiche nel periodo delle prove di accumulo di ore di funzionamento; i valori ottenuti possono essere utilizzati per determinare l'andamento del deterioramento.

▼ C2

1.1.1.2. Le autorità competenti per il rilascio dell'omologazione non devono assistere alle prove di accumulo di ore di funzionamento e alle prove volte a determinare il deterioramento dei livelli delle emissioni.

1.1.1.3. Determinazione dei fattori di deterioramento sulla base delle prove relative alla durevolezza

Un fattore di deterioramento è detto «DF additivo» se ottenuto sottraendo il valore delle emissioni determinato all'inizio dell'EDP dal valore delle emissioni relativo alla fine dell'EDP.

Un fattore di deterioramento è detto «DF moltiplicativo» se ottenuto dividendo il livello delle emissioni relativo alla fine dell'EDP per il valore delle emissioni registrato all'inizio dell'EDP.

Per ciascuno degli inquinanti le cui emissioni sono soggette a limitazioni di legge deve essere stabilito un distinto fattore di deterioramento. Il valore di un DF additivo relativo al limite $\text{NO}_x + \text{HC}$ è determinato in base alla somma degli inquinanti, a prescindere dal fatto che un valore negativo di deterioramento per un inquinante possa non compensare il deterioramento intervenuto per l'altro. Per un DF moltiplicativo relativo a $\text{NO}_x + \text{HC}$ occorre determinare separatamente il DF per gli HC e per gli NO_x ; tali valori vanno applicati separatamente nel calcolo dei livelli di deterioramento delle emissioni sulla base del risultato di una prova di emissione prima di combinare i valori di deterioramento risultanti per gli NO_x e per gli HC al fine di stabilire l'osservanza dello standard.

Se le prove non vengono svolte nell'intero EDP, i valori delle emissioni alla fine di quest'ultimo sono determinati estrapolando all'intero EDP l'andamento del deterioramento delle emissioni stabilito per il periodo di prova

Se i risultati delle prove sulle emissioni sono stati raccolti a scadenze periodiche nel corso della prova di durata di accumulo di ore di funzionamento, occorre applicare tecniche standard di elaborazione statistica sulla base delle buone pratiche per determinare i livelli delle emissioni al termine dell'EDP. Nella determinazione dei valori definitivi relativi alle emissioni è possibile applicare prove di significatività statistica.

Se il risultato del calcolo è inferiore a 1,00 per un DF moltiplicativo o a 0,00 per un DF additivo, il valore del DF è fissato rispettivamente a 1,00 e a 0,00.

1.1.1.4. Previa approvazione dell'autorità che rilascia l'omologazione, un costruttore può utilizzare valori di DF risultanti da prove di durata svolte al fine di ottenere valori di DF per la certificazione di motori HD (Heavy Duty) ad accensione per compressione per macchine stradali. Tale utilizzo sarà consentito se vi è equivalenza tecnologica tra le famiglie di appartenenza del motore stradale sottoposto alle prove e del motore non stradale cui si applicano i valori del DF per la certificazione. I valori di DF ricavati dalle prove di durevolezza relative alle emissioni effettuate sui motori stradali devono essere calcolati sulla base dei valori dell'EDP indicati al punto 2.

1.1.1.5. Se una famiglia di motori utilizza una tecnologia consolidata, in sostituzione delle prove può essere svolta un'analisi secondo buona pratica ingegneristica per determinare un fattore di deterioramento per la famiglia di motori in questione, a condizione che l'autorità di omologazione approvi tale procedura.

1.2. Informazioni sui DF nelle domande di omologazione

1.2.1. Nelle domande di certificazione relative a famiglie di motori ad accensione spontanea che non fanno uso di dispositivi di post-trattamento devono essere indicati i DF additivi per ciascun inquinante.

1.2.2. Nelle domande di certificazione relative a famiglie di motori ad accensione spontanea che fanno uso di dispositivi di post-trattamento devono essere indicati i DF moltiplicativi per ciascun inquinante.

▼ C2

1.2.3. Su richiesta, il costruttore è tenuto a fornire all'autorità di omologazione informazioni atte a dimostrare la fondatezza dei valori di DF. La documentazione in questione comprende generalmente i risultati delle prove di emissione, i programmi di prove di accumulo di ore di funzionamento, le procedure di manutenzione ed eventualmente informazioni atte a corroborare la valutazione ingegneristica dell'equivalenza tecnologica.

2. PERIODI DI DUREVOLEZZA RELATIVI ALLE EMISSIONI PER I MOTORI DELLA FASE III A, III B E IV

2.1. I costruttori sono tenuti a utilizzare la tabella 1 del presente punto.

Tabella 1: Categorie EDP per i motori ad accensione spontanea della fase III A, III B e IV (ore)

| Categoria (fascia di potenza) | Vita utile (ore) EDP |
|---|-------------------------|
| ≤ 37 kW (motori a velocità costante) | 3 000 |
| ≤ 37 kW (motori a velocità non costante) | 5 000 |
| > 37 kW | 8 000 |
| Motori per le imbarcazioni per la navigazione interna | 10 000 |
| Motori per le automotrici ferroviarie | 10 000 |

▼ **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.

▼ M2**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 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.

▼ M2

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 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 CO_2 o NO_x il contenuto di CO_2 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 CO_2 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.

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

▼ **M2**

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 |
| 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 | 0,85 (*) | | | | | | | | | | 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.

▼ M2

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), frigoriferatori, 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.

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.

▼ M2

- 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: $\pm 1\%$ 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 $\pm 2\%$ 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: $\pm 2\%$ del regime nominale o $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, e comunque entro $\pm 5\%$, 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 $\pm 5\%$ 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: $\pm 10\%$ 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.

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.

▼ **M2**

Tabella 3 — Deviazione ammissibile degli strumenti per altri parametri essenziali

| N. | Voce | Deviazione ammissibile |
|----|---|----------------------------|
| 1 | Temperature \leq 600 K | \pm 2 K assoluti |
| 2 | Temperature \geq 600 K | \pm 1 % del valore letto |
| 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 | \pm 3 % assoluto |
| 8 | Umidità assoluta | \pm 5 % del valore letto |
| 9 | Flusso dell'aria di diluizione | \pm 2 % del valore letto |
| 10 | Flusso dei gas di scarico diluiti | \pm 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 addizionali.

1.4.1.1. **Precisione**

L'analizzatore non deve discostarsi dal punto di taratura nominale per un valore superiore a \pm 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 \pm 1 % della concentrazione di fondo scala per ciascun intervallo utilizzato al di sopra di 100 ppm (o ppm C) o di \pm 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.

▼ M21.4.1.4. *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 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).

▼ M21.4.3.5. 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 NO_2/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 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 contro-pressione. 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 \pm 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.

▼ **M2**

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 $350 \text{ ppmC} \pm 75 \text{ ppm C}$ di idrocarburi. La concentrazione viene determinata, con le tolleranze dei gas di calibrazione, mediante 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 trafileamento**

Eseguire una prova di trafileamento 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 trafileamento 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 trafileamento.

▼ M2**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.
- 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.

▼ M2**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.

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:

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

▼ M2

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, NO_2 , O_2 e N_2) 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.

▼ **M2**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.

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 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: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

— 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.

▼ **M2**

- 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 (% O₂I) per ciascuna miscela di cui alla lettera d) come segue:

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

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

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.

▼ M21.10.1. *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:

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

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.

▼ M2

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:

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

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 NO_2 per questa prova perché nei calcoli dell'attenuazione non si è tenuto conto dell'assorbimento di NO_2 in acqua.

1.10.3. *Interferenza sull'analizzatore di O_2*

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 |
| Biossido di azoto (NO_2) | + 28,7 |
| Acqua (H_2O) | – 0,381 |

▼ M2

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 assicurati 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:

$$\text{H}_2 \text{ [secco]} = \frac{05 \times \alpha \times \% \text{ CO [secco]} \times (\% \text{ CO [secco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]})}{\% \text{ CO [secco]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [secco]})}$$

Calcolare il fattore k_{w2} :

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

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:

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

▼ M2

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

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.

▼ **M2**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⁾:

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [umido]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [umido]} + \% HC \text{ [umido]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

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 — Pesì molecolari

| Gas | MW _{Gas} [kg/kmole] |
|-----------------|---------------------------------------|
| NO _x | 46,01 |
| CO | 28,01 |
| HC | MW _{HC} = MW _{FUEL} |
| CO ₂ | 44,01 |

— MW_{FUEL} = 12,011 + α × 1,00794 + β × 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 ⁽²⁾

— CO_{2AIR} è la concentrazione di CO₂ nell'aria di alimentazione (che, se non viene misurata, è calcolata allo 0,04 %).

b) Per il gas di scarico diluito ⁽¹⁾:

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

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

⁽²⁾ 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.

▼ **M2**

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:

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

in cui

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

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.

1.2.4. *Calcolo delle emissioni specifiche*

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

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{mass,i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

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.

▼ **M2**

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 |
| 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:

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

▼ M2

$$H_2 \text{ (secco)} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1\,000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$CO \text{ [umido]} = CO \text{ [secco]} \times k_w = 60\,995 \times 0,872 = 53\,198 \text{ ppm}$$

$$CO_2 \text{ [secco]} = CO_2 \text{ [secco]} \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \% \text{ Vol.}$$

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

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

dove:

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$$

$$MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1\,000 = 28,361 \text{ g/h}$$

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 |

▼ **M2**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]:

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

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1\,000 = 39,717 \text{ g/h}$$

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*

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

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\,000 = 6\,126,806 \text{ g/h}$$

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 |

2.1.5. *Emissioni di CO₂*

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

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\,000 = 6\,126,806 \text{ g/h}$$

▼ **M2**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 | 2 084,588 | 997,638 | 695,278 | 591,183 | 810,334 | 227,285 |
| CO _{2mass} | g/h | 6 126,806 | 4 884,739 | 4 117,202 | 2 780,662 | 2 020,061 | 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 |

$$\text{HC} = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{6126,81 \times 0,090 + 4884,74 \times 0,200 + 4117,20 \times 0,290 + 2780,66 \times 0,300 + 2020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 816,36 \text{g/kWh}$$

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.

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 |

▼ M2

| Modalità | | 1 | 2 |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| 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:

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

$$\text{H}_2 \text{ [secco]} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357\%$$

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

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1\,000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 37\,086 \times 0,874 = 32\,420 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [umido]} = \text{CO}_2 \text{ [secco]} \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \% \text{ Vol.}$$

▼ **M2**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

$$HC_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{umido}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{umido}] + \% \text{ HC} [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

dove:

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$$

$$MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1\,000 = 112,520 \text{ g/h}$$

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:

$$NO_{\text{xmass}} = \frac{MW_{\text{NO}_x}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{umido}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{umido}] + \% \text{ HC} [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times K_{\text{H}} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

$$NO_{\text{xmass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1\,000 = 4,800 \text{ g/h}$$

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

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{CO}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{umido}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{umido}] + \% \text{ HC} [\text{umido}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

▼ M2

$$CO_{\text{mass}} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1\,000 = 517,851 \text{ g/h}$$

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*

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

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1\,000 = 2\,629,658 \text{ g/h}$$

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 |
| Fattori di ponderazione WF _i | — | 0,85 | 0,15 |

$$HC = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

▼ M2

$$\text{CO} = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{2\,629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1\,155,4 \text{ g/kWh}$$

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 |
| 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 |

▼ **M2**

| Modalità | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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:

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

dove:

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

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

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3\,681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1\,000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$\text{CO [umido]} = \text{CO [secco]} \times k_w = 3\,681 \times 0,984 = 3\,623 \text{ ppm}$$

▼ M2

$$\text{CO}_2 \text{ [umido]} = \text{CO}_2 \text{ [secco]} \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219 \%$$

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 |
| 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:

$$u = 0,000478 \text{ dalla tabella 2}$$

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

$$\text{conc}_c = 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

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 |

▼ **M2**2.3.3. *Emissioni di NO_x*

Calcolare il fattore di correzione K_H delle emissioni di NO_x come segue:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,08 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79$$

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 |

$$NO_{x, \text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

$$u = 0,001587 \text{ dalla tabella 2}$$

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

$$\text{conc}_c = 85 - 0 \times (1 - 1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$NO_{x, \text{mass}} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Tabella 23 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

| Modalità | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| $NO_{x, \text{mass}}$ | 67,168 | 38,721 | 19,012 | 4,621 | 2,319 | 0,811 |

2.3.4. *Emissioni di CO*

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

dove:

$$u = 0,000966 \text{ dalla tabella 2}$$

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

$$\text{conc}_c = 3\,622 - 3 \times (1-1/9,465) = 3\,620 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{mass}} = 0,000966 \times 3\,620 \times 625,722 = 2\,188,001 \text{ g/h}$$

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 CO₂*

$$CO_{2, \text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

dove:

$$u = 15,19 \text{ dalla tabella 2}$$

▼ **M2**

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

$$\text{conc}_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1 - 1/9,465) = 0,9842 \text{ \% Vol}$$

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9\,354,488 \text{ g/h}$$

Tabella 25 — Emissioni di CO₂ [g/h] in base alle diverse modalità di prova

| Modalità | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CO _{2mass} | 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:

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

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 | 2 188,001 | 2 068,760 | 1 510,187 | 1 424,792 | 1 853,109 | 975,435 |
| CO _{2mass} | G/h | 9 354,488 | 7 295,794 | 5 717,531 | 3 973,503 | 2 756,113 | 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 |

$$\text{HC} = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2\,188,001 \times 0,09 + 2\,068,760 \times 0,2 + 1\,510,187 \times 0,29 + 1\,424,792 \times 0,3 + 1\,853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{9\,354,488 \times 0,09 + 7\,295,794 \times 0,2 + 5\,717,531 \times 0,29 + 3\,973,503 \times 0,3 + 2\,756,113 \times 0,07 + 1\,430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

▼ 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 | |

▼ **M2**

- 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)

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).

▼ **M2**

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.
- 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 |

▼ **M2**

- 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.

▼ BALLEGATO ► M2 V ◀▼ M3▼ C2

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E PER VERIFICARE LA CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA OMOLOGATI PER SODDISFARE I VALORI LIMITE DELLA FASE I E II E MOTORI DA USARE NELLE IMBARCAZIONI PER LA NAVIGAZIONE INTERNA

▼ 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 3675, ASTM D 4052 |
| 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) | ► <u>M1</u> ► <u>M2</u> 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:

$$\text{Energia specifica (potere calorifico) (netto) MJ/kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d^2 + 3,17 \cdot d) \times (1 - (x + y + s)) + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x.$$

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).

▼ B

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 desolforazione. Non deve contenere additivi metallici né miglioratori del numero di cetano.

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.

▼M3

▼C2

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI
AD ACCENSIONE SPONTANEA OMOLOGATI PER SODDISFARE I VALORI LIMITE
DELLA FASE III A

| Parametro | Unità | Limiti ⁽¹⁾ | | Metodo di prova |
|--|--------------------|-----------------------|----------|-----------------|
| | | Minimo | Massimo | |
| Numero di cetano ⁽²⁾ | | 52 | 54,0 | EN-ISO 5165 |
| Densità a 15 °C | kg/m ³ | 833 | 837 | EN-ISO 3675 |
| Distillazione: | | | | |
| punto 50 % | °C | 245 | — | EN-ISO 3405 |
| punto 95 % | °C | 345 | 350 | EN-ISO 3405 |
| Punto di ebollizione finale | °C | — | 370 | EN-ISO 3405 |
| Punto di infiammabilità | °C | 55 | — | EN 22719 |
| Punto di occlusione filtro freddo (CFPP) | °C | — | | EN 116 |
| Viscosità a 40 °C | mm ² /s | 2,5 | 3,5 | EN-ISO 3104 |
| Idrocarburi aromatici policiclici | % m/m | 3,0 | 6,0 | IP 391 |
| Tenore di zolfo ⁽³⁾ | mg/kg | — | 300 | ASTM D 5453 |
| Corrosione del rame | | — | classe 1 | EN-ISO 2160 |
| Carbonio Conradson sul 10 % di residuo | % m/m | — | 0,2 | EN-ISO 10370 |
| Tenore in ceneri | % m/m | — | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Tenore in acqua | % m/m | — | 0,05 | EN-ISO 12937 |
| Indice di neutralizzazione (acido forte) | mg KOH/g | — | 0,02 | ASTM D 974 |
| Stabilità all'ossidazione ⁽⁴⁾ | mg/ml | — | 0,025 | EN-ISO 12205 |

⁽¹⁾ I valori indicati nelle specifiche sono «valori effettivi». Per la definizione dei loro valori limite è stata applicata la norma ISO 4259 «Prodotti petroliferi. Determinazione e applicazione dei dati di precisione in relazione ai metodi di prova» 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 tecniche, il produttore di un carburante deve cercare di ottenere un valore zero quando il valore massimo stabilito è 2R e il valore medio nel caso siano indicati limiti minimi e massimi. In caso di dubbi sulla conformità di un carburante alle specifiche si applicano le disposizioni della norma ISO 4259.

⁽²⁾ La forcella del numero di cetano non è conforme alla prescrizione che impone una forcella minima di 4R; tuttavia, in caso di controversia tra il fornitore e il consumatore del carburante, si può applicare la norma ISO 4259, eseguendo misurazioni ripetute fino ad acquisire la necessaria precisione invece di ricorrere ad una determinazione unica.

⁽³⁾ Indicare l'effettivo tenore di zolfo del carburante utilizzato per la prova.

⁽⁴⁾ Anche se la stabilità all'ossidazione è controllata, è probabile che la durata di conservazione a magazzino sia limitata. Per le condizioni e la durata di immagazzinaggio chiedere istruzioni al fornitore.

▼ **C2**

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA OMOLOGATI PER SODDISFARE I VALORI LIMITE DELLA FASE III B E IV

| Parametro | Unità | Limiti ⁽¹⁾ | | Metodo di prova |
|--|--------------------|-----------------------|----------|-----------------|
| | | Minimo | Massimo | |
| Numero di cetano ⁽²⁾ | | | 54,0 | EN-ISO 5165 |
| ▼ M6 Densità a 15 °C | Kg/m ³ | 833 | 865 | EN-ISO 3675 |
| ▼ C2 Distillazione: | | | | |
| punto 50 % | °C | 245 | — | EN-ISO 3405 |
| punto 95 % | °C | 345 | 350 | EN-ISO 3405 |
| — Punto di ebollizione finale | °C | — | 370 | EN-ISO 3405 |
| Punto di infiammabilità | °C | 55 | — | EN 22719 |
| Punto di occlusione filtro freddo (CFPP) | °C | — | | EN 116 |
| Viscosità a 40 °C | mm ² /s | 2,3 | 3,3 | EN-ISO 3104 |
| Idrocarburi aromatici policiclici | % m/m | 3,0 | 6,0 | IP 391 |
| Tenore di zolfo ⁽³⁾ | mg/kg | — | 10 | ASTM D 5453 |
| Corrosione del rame | | — | classe 1 | EN-ISO 2160 |
| Carbonio Conradson sul 10 % di residuo | % m/m | — | 0,2 | EN-ISO 10370 |
| Tenore in ceneri | % m/m | — | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Tenore in acqua | % m/m | — | 0,02 | EN-ISO 12937 |
| Indice di neutralizzazione (acido forte) | mg KOH/g | — | 0,02 | ASTM D 974 |
| Stabilità all'ossidazione ⁽⁴⁾ | mg/ml | — | 0,025 | EN-ISO 12205 |
| Potere lubrificante (indice di usura HFRR a 60 °C) | µm | — | 400 | CEC F-06-A-96 |
| FAME | vietato | | | |

⁽¹⁾ I valori indicati nelle specifiche sono «valori effettivi». Per la definizione dei loro valori limite è stata applicata la norma ISO 4259 «Prodotti petroliferi. Determinazione e applicazione dei dati di precisione in relazione ai metodi di prova» 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 tecniche, il produttore di un carburante deve cercare di ottenere un valore zero quando il valore massimo stabilito è 2R e il valore medio nel caso siano indicati limiti minimi e massimi. In caso di dubbi sulla conformità di un carburante alle specifiche si applicano le disposizioni della norma ISO 4259.

⁽²⁾ La forcella del numero di cetano non è conforme alla prescrizione che impone una forcella minima di 4R; tuttavia, in caso di controversia tra il fornitore e il consumatore del carburante, si può applicare la norma ISO 4259, eseguendo misurazioni ripetute fino ad acquisire la necessaria precisione invece di ricorrere ad una determinazione unica.

⁽³⁾ Indicare l'effettivo tenore di zolfo del carburante utilizzato per la prova di tipo I.

⁽⁴⁾ Anche se la stabilità all'ossidazione è controllata, è probabile che la durata di conservazione a magazzino sia limitata. Per le condizioni e la durata di immagazzinaggio chiedere istruzioni al fornitore.

▼ **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 25163 | 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.

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.

▼M3
▼C2

ALLEGATO VI

SISTEMA ANALITICO E DI CAMPIONAMENTO

1. SISTEMI DI CAMPIONAMENTO PER SOSTANZE GASSOSE E PARTICOLATO

| 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 o bilancio carbonio |
| 8 | Campionamento frazionario a flusso parziale, Venturi singolo e misura della concentrazione |
| 9 | Campionamento frazionario a flusso parziale, Venturi gemelli od 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 grezzo o diluito in base all'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 (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 (inclusi acqua e acido solforico) in un qualsiasi punto del sistema d'analisi.

▼ C2

Per il gas di scarico diluito (figura 3), il campione per gli idrocarburi deve essere prelevato con una sonda differente dalla sonda di campionamento utilizzata per gli altri componenti. Occorre evitare che si verifichino condensazioni dei componenti dello scarico (inclusi acqua e acido solforico) in un qualsiasi punto del sistema d'analisi.

Figura 2

Schema di flusso del sistema di analisi del gas di scarico per CO, NO_x e HC

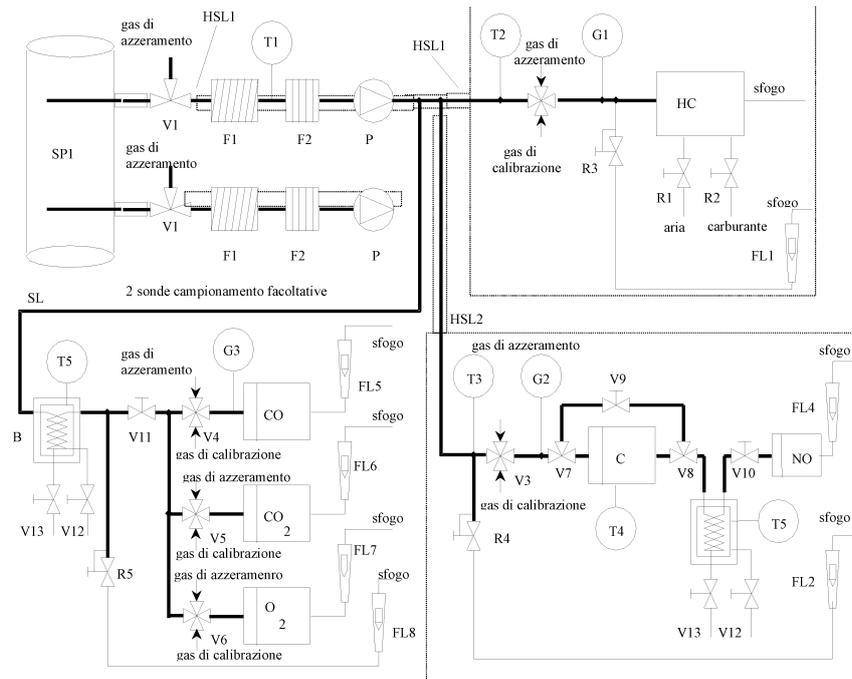
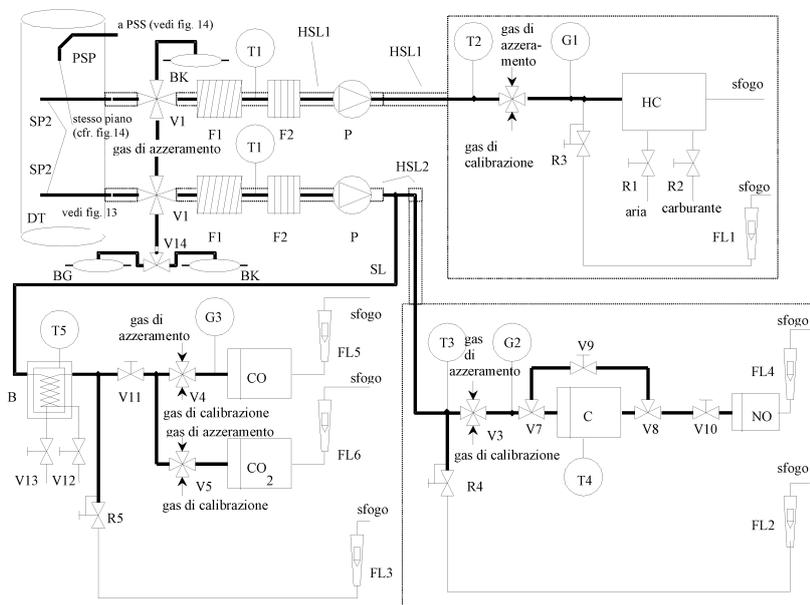


Figura 3

Schema di flusso del sistema di analisi del gas di scarico diluito per CO, CO₂, NO_x e HC



▼ C2**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 diritta 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 non deve superare 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 nel tunnel 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 del tunnel a valle del punto in cui lo scarico entra nel tunnel di diluizione),
- essere sufficientemente distante (radialmente) da altre sonde e dalla parete del tunnel per non subire influenze di scie o elementi vorticosi,
- essere riscaldata in modo da innalzare la temperatura della corrente gassosa a 463 K (190 °C) ± 10 K all'uscita della sonda.

- Sonda di campionamento di CO, CO₂, 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 del tunnel per non subire influenze di scie o elementi vorticosi,
- essere isolata e riscaldata sulla sua intera lunghezza ad una temperatura non inferiore a 328 K (55 °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 K (190 °C) ± 10 K, misurata su ciascuna sezione riscaldata separatamente controllata, se la temperatura del gas di scarico sulla sonda di campionamento è uguale o inferiore a 463 K (190 °C),

▼ C2

- mantenere una temperatura di parete maggiore di 453 K (180 °C) se la temperatura del gas di scarico sulla sonda di campionamento è superiore a 463 K (190 °C);
- mantenere una temperatura del gas di 463 K (190 °C) ± 10 K immediatamente a monte del filtro riscaldato (F2) e dell'analizzatore HFID.
- Linea di campionamento degli NO_x riscaldata HSL2

La linea di campionamento deve:

 - mantenere una temperatura di parete da 328 a 473 K (55-200 °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 (CO₂) 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 CO₂)

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 K (180-200 °C).
- CO, CO₂

Analizzatori NDIR per la determinazione del monossido di carbonio e del biossido di carbonio.
- NO₂

Analizzatore (H)CLD per la determinazione degli ossidi d'azoto. Se si utilizza un HCLD, mantenerlo ad una temperatura da 328 a 473 K (55-200 °C).
- Convertitore C

Usare un convertitore per la riduzione catalitica di NO₂ a NO prima dell'analisi nel CLD o HCLD.
- 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 2, punti 1.9.1 e 1.9.2.

▼ C2

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**

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 aggiuntivi, 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.

▼ C21.2.1. *Sistema di diluizione*1.2.1.1. Sistema di diluizione a flusso parziale (figure da 4 a 12) ⁽¹⁾

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 diverso 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)

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 del gas di scarico diluito. Il rapporto di diluizione viene determinato dalle concentrazioni di gas traccianti, come CO₂ o NO_x, presenti naturalmente nello scarico del motore. Vengono misurate le concentrazioni nel gas di scarico diluito e nell'aria di diluizione, 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. 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.

⁽¹⁾ Le figure da 4 a 12 mostrano diversi tipi di sistemi di diluizione a flusso parziale che possono essere generalmente usati per la prova in regime stazionario (NRSC); tuttavia, a causa dei vincoli molto rigorosi della prova in regime transitorio, per quest'ultima sono ammessi solo sistemi di diluizione a flusso parziale (figure da 4 a 12) che soddisfano tutte le prescrizioni riportate al punto 2,4 dell'allegato III, appendice 1, nella parte intitolata «Specifiche del sistema di diluizione a flusso parziale»

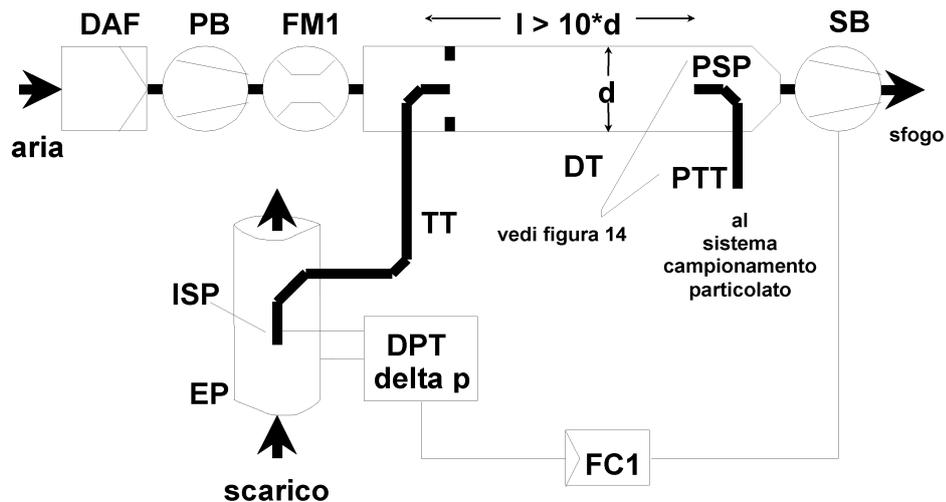
▼ C2

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; è inoltre necessario determinare il rapporto di divisione.

Nei sistemi descritti questi punti critici sono attentamente considerati.

Figura 4

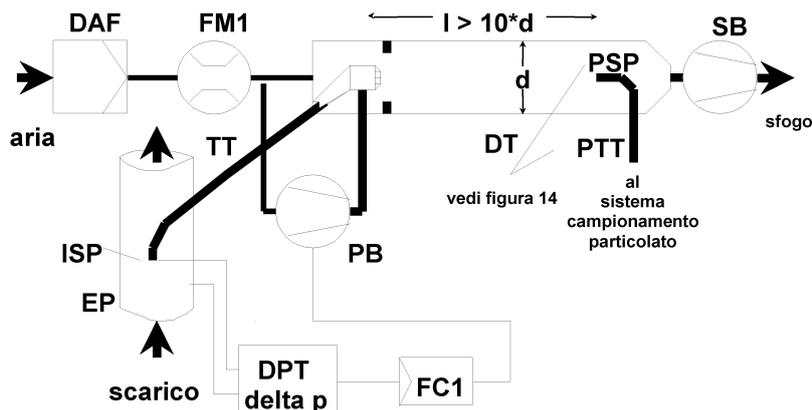
Sistema di diluizione a flusso parziale con sonda isocinetica e campionamento frazionario (controllo tramite SB)



Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico a EP e poi al tunnel 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 delle sezioni trasversali 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.

Figura 5

Sistema di diluizione a flusso parziale con sonda isocinetica e campionamento frazionario (controllo tramite PB)

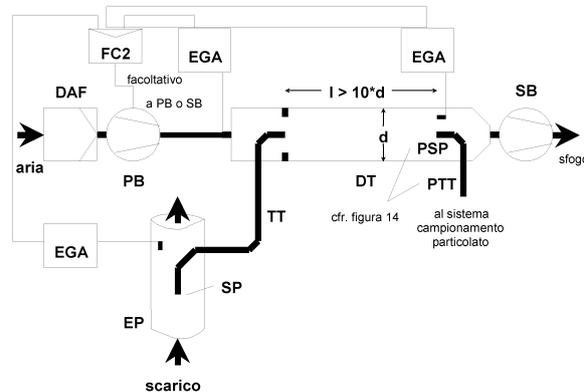


▼ C2

Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel 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 è calcolato in base alla portata dell'aria di diluizione e al rapporto di divisione.

Figura 6

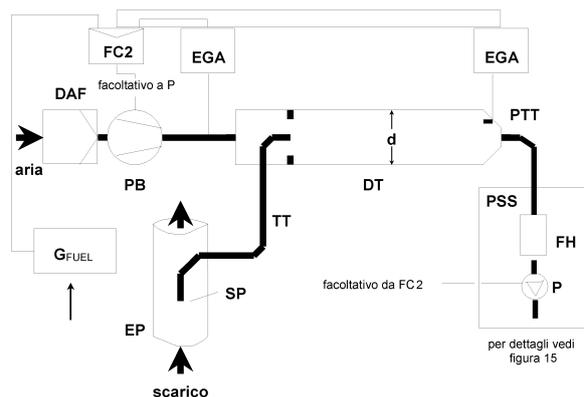
Sistema di diluizione a flusso parziale con misura della concentrazione di CO₂ o NO_x e campionamento frazionario



Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel di diluizione DT attraverso la sonda di campionamento SP e il condotto di trasferimento TT. Le concentrazioni di un gas tracciante (CO₂ 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 in DT i rapporti di divisione dello scarico e di diluizione desiderati. 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.

Figura 7

Sistema di diluizione a flusso parziale con misura della concentrazione di CO₂, bilancio del carbonio e campionamento totale

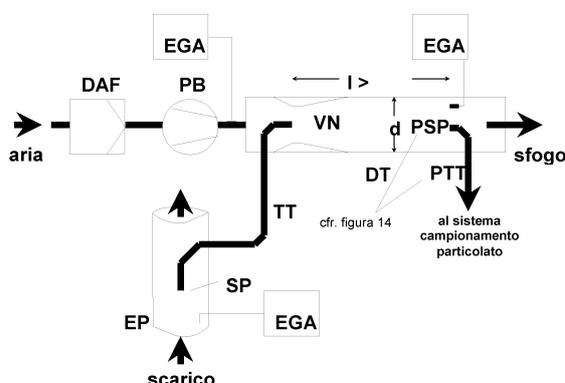


▼ C2

Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel 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 (figura 14). FC2 controlla la ventola di pressione PB, mentre FC3 controlla il sistema di campionamento del particolato (figura 14), aggiustando in questo modo i flussi in ingresso e in uscita del sistema in modo da mantenere in DT i rapporti di divisione dello scarico e di diluizione desiderati. Il rapporto di diluizione viene calcolato in base alle concentrazioni di CO_2 e a G_{FUEL} assumendo valido il bilancio del carbonio.

Figura 8

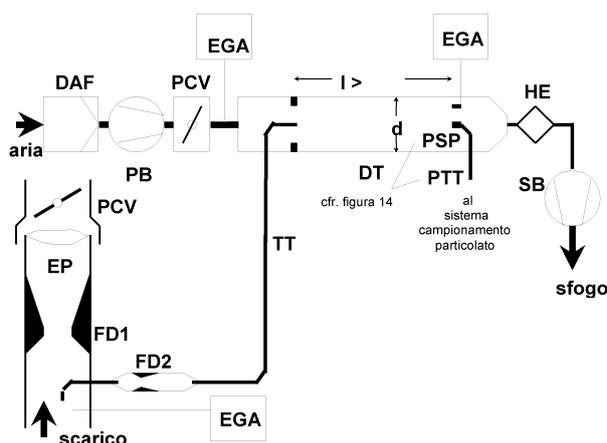
Sistema di diluizione a flusso parziale con Venturi singolo, misura della concentrazione e campionamento frazionario



Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel 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 nel tunnel 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.

Figura 9

Sistema di diluizione a flusso parziale con Venturi gemelli o orifici gemelli, misura della concentrazione e campionamento frazionario

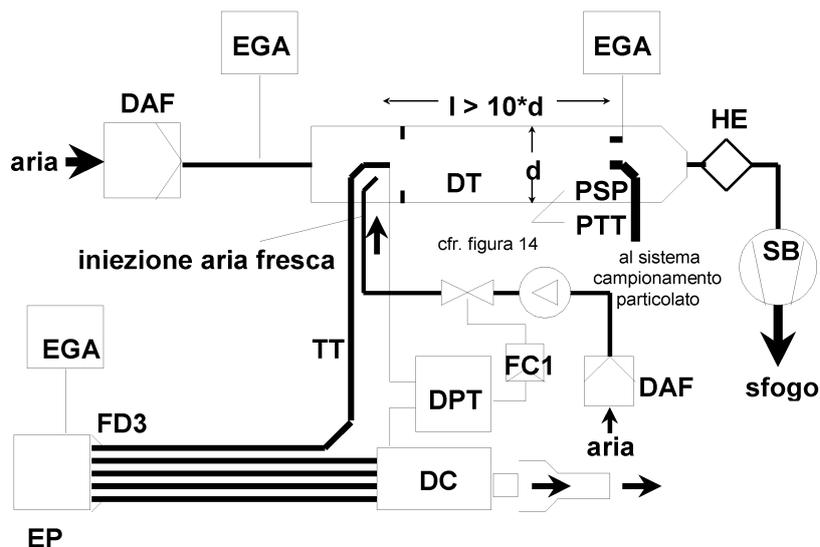


▼ C2

Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel 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 contro-pressione 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 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 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.

Figura 10

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 al tunnel 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. La divisione dello scarico è perciò 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 in base alle concentrazioni del gas tracciante.

▼ C2

Il gas di scarico grezzo viene trasferito dal condotto di scarico EP al tunnel 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 rinvio in DT. Come segnali di comando per FC2 si possono utilizzare G_{EXH} , G_{AIR} e 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. 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. 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 (includente il silenziatore e il dispositivo di post-trattamento) non deve modificare le prestazioni del motore né provocare la deposizione di particolato.

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.

▼ C2

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. Per 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 immette il gas di scarico nel tunnel 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 CO₂ o NO_x (con il metodo del bilancio del carbonio solo CO₂). 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 $G_{EDFW, i}$ 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 di quello della sonda, ma non superiore a 25 mm,
- uscire sulla linea mediana del tunnel 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 W/(m 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 di 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.

▼ C2

- Trasduttore di pressione differenziale DPT (figure 4, 5 e 10)

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); oppure
- 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 nel tunnel 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)

Nel tunnel 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 CO₂ o NO_x.

Quando si immette aria pressurizzata (figura 11), FC2 controlla direttamente il flusso d'aria.

▼ C2

- 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 tarato 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 tarata 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 tarata.
- 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 tarata.
- Filtro dell'aria di diluizione DAF (figure da 4 a 12)

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 del fabbricante, 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 del tunnel di diluizione DT dei sistemi di diluizione, approssimativamente a 10 diametri del tunnel a valle del punto in cui lo scarico entra nel tunnel di diluizione,
 - deve avere un diametro interno non inferiore a 12 mm,
 - 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,
 - può essere isolata.
- Tunnel di diluizione DT (figure da 4 a 12)

Il tunnel 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 costruito in acciaio inossidabile con:
 - un rapporto spessore su diametro non superiore a 0,025 per tunnel con diametro interno maggiore di 75 mm,

▼ C2

- uno spessore nominale della parete non inferiore a 1,5 mm per tunnel di diluizione di diametro interno uguale o inferiore a 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 total,
- 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,
- può essere isolato.

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 CO₂ del tunnel 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 del tunnel di diluizione (DT) è inferiore a 293 K (20 °C), occorrono precauzioni per evitare perdite di particolato sulle pareti fredde del tunnel di diluizione. Si raccomanda pertanto di riscaldare e/o isolare il tunnel entro i limiti indicati.

Ad elevati carichi del motore, il tunnel può essere raffreddato mediante mezzi non aggressivi, come una ventola di circolazione, purché la temperatura del fluido di raffreddamento non sia inferiore a 293 K (20 °C).

- Scambiatore di calore HE (figure 9 e 10)

Lo scambiatore di calore deve avere una capacità sufficiente per mantenere la temperatura all'ingresso della ventola di aspirazione SB entro un intervallo di ± 11 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, CFV o SSV.

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 nel tunnel 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 le sue componenti sono in gran parte comuni a quelle di un tipico sistema di campionamento del particolato.

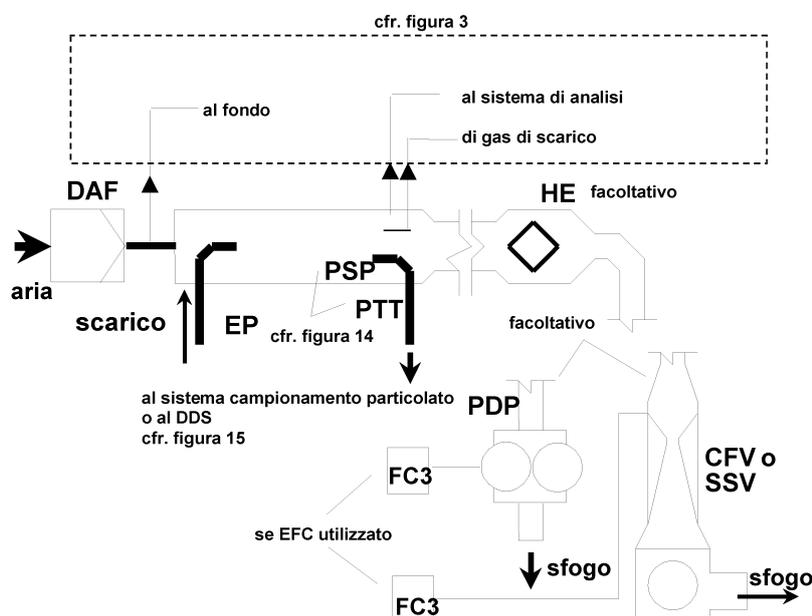
Le emissioni gassose possono essere determinate anche nel tunnel di diluizione del sistema di diluizione a flusso pieno. Pertanto, le sonde di campionamento per i componenti gassosi sono illustrate nella figura 13 ma non compaiono nell'elenco della descrizione. I rispettivi requisiti sono descritti nel punto 1.1.1.

▼ C2**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 al tunnel 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 $0,1 \text{ W/(m K)}$ 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.

Figura 13

Sistema di diluizione a flusso pieno

Tutto il flusso di gas di scarico grezzo viene miscelato nel tunnel di diluizione DT con l'aria di diluizione. La portata del gas di scarico diluito viene misurata con una pompa volumetrica PDP, con un tubo di Venturi a portata critica CFV o con un tubo di Venturi subsonico SSV. 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 $\pm 1,5 \text{ kPa}$ 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 osservata durante la prova, senza compensazione di flusso, $\pm 6 \text{ K}$.

▼ C2

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 del CFV deve essere pari alla temperatura media di funzionamento osservata durante la prova, senza compensazione di flusso, ± 11 K.

— Tubo di Venturi subsonico SSV

Il SSV misura il flusso totale di gas di scarico diluito in funzione della pressione e della temperatura d'ingresso nonché della caduta di pressione tra l'ingresso e la gola del SSV. La contropressione statica allo scarico misurata con il sistema SSV in funzione deve rimanere in un intervallo di $\pm 1,5$ kPa della pressione statica misurata senza collegamento al SSV a pari velocità di rotazione e carico del motore. La temperatura della miscela gassosa immediatamente a monte del SSV deve essere pari alla temperatura media di funzionamento 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 (facoltativa se si usa HE)

Se la temperatura all'ingresso della PDP, del CFV o del SSV non viene mantenuta entro i limiti sopraindicati, occorre utilizzare 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 (figure 14 e 15).

— Tunnel di diluizione DT

Il tunnel 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 isolato.

I gas di scarico del motore devono essere diretti a valle del punto in cui vengono introdotti nel tunnel di diluizione e accuratamente miscelati.

Quando si utilizza la diluizione singola, un campione prelevato dal tunnel di diluizione viene trasferito al sistema di campionamento del particolato (punto 1.2.2, figura 14). La portata della PDP, del CFV o del SSV deve essere sufficiente a mantenere lo scarico diluito ad una temperatura uguale o inferiore a 325 K (52 °C) immediatamente prima del filtro principale del particolato.

▼ C2

Quando si usa la doppia diluizione, un campione prelevato dal tunnel di diluizione viene trasferito al tunnel 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, del CFV o del SSV deve essere sufficiente a mantenere la corrente di gas di scarico diluiti nel DT ad una temperatura uguale o inferiore 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 uguale o inferiore 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) \pm 5 K. Su richiesta del fabbricante 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 il gas di scarico sono ben miscelati, cioè sull'asse del tunnel di diluizione DT dei sistemi di diluizione, approssimativamente a 10 diametri del tunnel a valle del punto in cui lo scarico entra nel tunnel 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,

— 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 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 generalmente unità differenti.

Nella presente direttiva il sistema di doppia diluizione DDS (figura 15) di un sistema di diluizione a flusso pieno 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 un tunnel di diluizione secondaria.

▼ C2

Allo scopo di evitare qualsiasi impatto sugli anelli di regolazione, si raccomanda di tenere in marcia la pompa di campionamento durante l'intera 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.

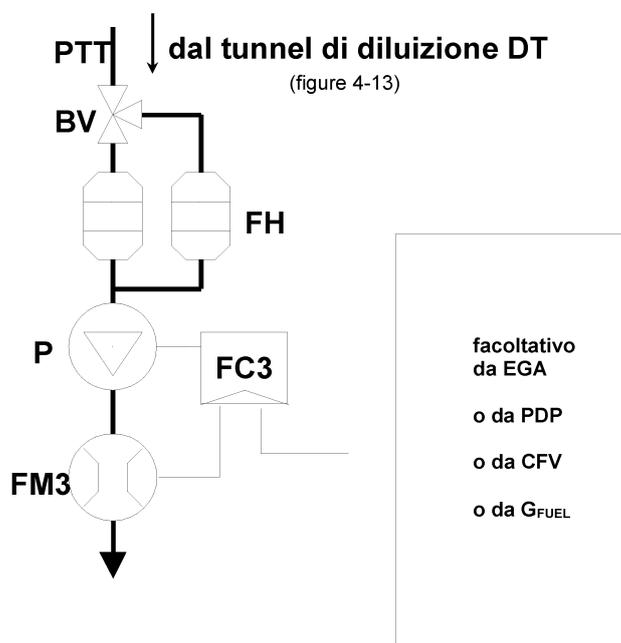
Descrizioni — Figure 14 e 15

— Sonda 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 del particolato PTT. La sonda:

- 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 del tunnel di diluizione DT dei sistemi di diluizione (punto 1.2.1) approssimativamente a 10 diametri del tunnel a valle del punto in cui lo scarico entra nel tunnel 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,
- può essere isolata.

Figura 14

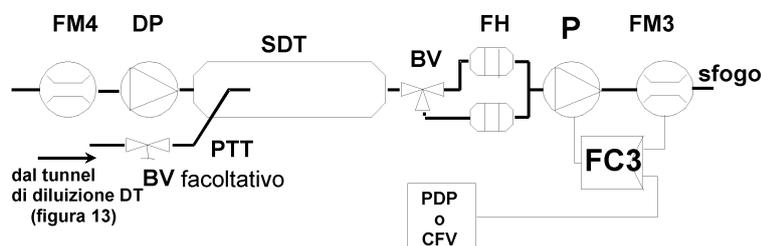
Sistema di campionamento del particolato

Un campione del gas di scarico diluito viene prelevato dal tunnel 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 portafiltra o i portafiltri FH che contengono i filtri di campionamento del particolato. La portata del campione viene controllata mediante il controller di flusso FC3. Se si usa la compensazione elettronica di flusso EFC (figura 13), il flusso di gas di scarico diluito viene utilizzato come segnale di comando per FC3.

▼ C2

Figura 15

Sistema di diluizione (solo sistema a flusso pieno)



Un campione del gas di scarico diluito viene trasferito dal tunnel 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 al tunnel di diluizione secondaria SDT, dove viene diluito ancora una volta. Il campione viene fatto passare attraverso il portafiltro 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 (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 del flusso parziale, dalla fine del tunnel di diluizione ai portafiltri,
- il sistema di doppia diluizione a flusso pieno, dalla punta della sonda al tunnel 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,
- può essere isolato.

— Tunnel di diluizione secondaria SDT (figura 15)

Il tunnel 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 portafiltro principale, FH, deve essere disposto entro 300 mm dall'uscita di SDT.

Il tunnel di diluizione secondaria:

- 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 degli scarichi nel tunnel di diluizione,
- può essere isolato.

▼ C2

— 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 dal tunnel 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 (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 queste parti. Si raccomanda pertanto 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).

▼ BALLEGATO ► M2 VII ◀

(Modello)

SCHEMA 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.

▼ M3▼ C2

Appendice 1

RISULTATI DELLE PROVE PER I MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA**RISULTATI DELLE PROVE**

1. Informazioni relative all'esecuzione della prova NRSC ⁽¹⁾
- 1.1. *Carburante di riferimento utilizzato per le prove*
- 1.1.1. Numero di cetano:.....
- 1.1.2. Tenore di zolfo:.....
- 1.1.3. Densità:
- 1.2. *Lubrificante*
- 1.2.1. Marca/marche:.....
- 1.2.2. Tipo/tipi:
(indicare la percentuale di olio nella miscela se il lubrificante e il carburante sono miscelati)
- 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 PAE (kW) assorbita a vari regimi del motore ⁽¹⁾ tenendo conto dell'appendice 3 del presente allegato | |
|-----------------|---|----------|
| | Intermedia (se applicabile) | Nominale |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Totale | | |

⁽¹⁾ Non deve essere maggiore del 10 % della potenza misurata durante la prova.

- 1.4. *Prestazioni del motore*
- 1.4.1. Regimi del motore:

Minimo: giri al minuto
 Intermedio: giri al minuto
 Nominale: giri al minuto

⁽¹⁾ Se i motori capostipite sono più di uno, indicare i risultati per ciascuno di essi.

▼ **C2**1.4.2. Potenza motore ⁽¹⁾

| Condizione | Regolazione della potenza (kW) a vari regimi del motore | |
|--|---|----------|
| | Intermedia (se applicabile) | 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 3.1 dell'allegato III (P_{AE}) (kW) (b) | | |
| Potenza netta del motore specificata nel punto 2.4 dell'allegato I (kW) (c) | | |
| $c = a + b$ | | |

1.5. *Livelli di emissione*

1.5.1. Regolazione del dinamometro (kW)

| Carico percentuale | Regolazione del dinamometro (kW) a vari regimi del motore | |
|---------------------|---|----------|
| | Intermedia (se applicabile) | Nominale |
| 10 (se applicabile) | | |
| 25 (se applicabile) | | |
| 50 | | |
| 75 | | |
| 100 | | |

1.5.2. Risultati delle emissioni nella prova NRSC:

CO: g/kWh
 HC: g/kWh
 NOx: g/kWh
 NMHC+NOx: g/kWh
 Particolato: g/kWh

1.5.3. Sistema di campionamento utilizzato per la prova NRSC:

1.5.3.1. Emissioni gassose ⁽²⁾:

1.5.3.2. Particolato:

1.5.3.2.1. Metodo ⁽³⁾ filtro singolo/multiplo

⁽¹⁾ Indicare le figure secondo i numeri definiti nell'allegato VI, punto 1.

⁽²⁾ Cancellare la dicitura inutile.

⁽³⁾ Se i motori capostipite sono più di uno, indicare i risultati per ciascuno di essi.»

▼ C22. INFORMAZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE DELLA PROVA NRTC ⁽¹⁾2.1. *Risultati delle emissioni nella prova NRTC:*

CO: g/kWh

NMHC: g/kWh

NOx: g/kWh

Particolato: g/kWh

NMHC+NOx: g/kWh

2.2. *Sistema di campionamento utilizzato per la prova NRTC:*

Emissioni gassose:.....

Particolato:.....

Metodo: filtro singolo/multiplo

⁽¹⁾ Potenza non corretta, misurata conformemente al punto 2.4 dell'allegato I.

▼ **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) | | |
| $c = a + b$ | | |

⁽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**

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

| Numero | Apparecchiature e dispositivi ausiliari | Installati durante la prova delle emissioni |
|---|---|--|
| 6 | Dispositivo di iniezione del carburante (benzina e diesel) | |
| | Prefiltro | Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova |
| | Filtro | Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova |
| | Pompa | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Tubo del carburante | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Iniettore | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Valvola di aspirazione dell'aria | Sì, apparecchiatura di serie (°) |
| | Dispositivo di controllo elettronico, flussometro dell'aria, ecc. | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Regolatore/sistema di comando | Sì, apparecchiatura di serie |
| Fine corsa automatico di pieno carico della cremagliera in funzione delle condizioni atmosferiche | Sì, apparecchiatura di serie | |
| 7 | Impianto di raffreddamento a liquido | |
| | Radiatore | No |
| | Ventilatore | No |
| | Carenatura del ventilatore | No |
| | Pompa dell'acqua | Sì, apparecchiatura di serie (f) |
| | Termostato | Sì, apparecchiatura di serie (g) |
| 8 | Raffreddamento ad aria | |
| | Carenatura | No (h) |
| | Ventilatore o soffiante | No (h) |
| | Dispositivo per regolare la temperatura | No |
| 9 | Impianto elettrico | |
| | Dinamo | Sì, apparecchiatura di serie (i) |
| | Sistema distribuzione a scintilla | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Bobina(e) | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Schema elettrico | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Candele | Sì, apparecchiatura di serie |
| | Impianto di controllo elettronico, compreso sensore battito/sistema di ritardo accensione | Sì, apparecchiatura di serie |

▼ M2

| Numero | Apparecchiature e dispositivi ausiliari | Installati durante la prova delle emissioni |
|--------|---|---|
| 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 ^(l) ^(k) No ^(b) 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 di questo circuito e la pressione all'entrata della pompa restino più o meno pari a quelle del sistema di raffreddamento del motore.
- ^(g) 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:

▼M4

| | |
|----|------------------------|
| 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 |
| 19 | per la Romania |
| 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 |
| 34 | per la Bulgaria |
| 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.

▼B

- 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.
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

▼ B

ALLEGATO ► 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.

▼ B

ALLEGATO ► 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 identifi- ... 001 ... 001 ... 001
cazione del motore:

 ... 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. | Descrizione del motore | | | | | | | Emissioni (g/kWh) | | | | | | |
|----|------------------------|-------------|---------------|---|----------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----|-----------------|----|----|
| | Data di omologazione | Costruttore | Tipo/famiglia | 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 = Turbocompresso, TCP = Turbocompresso 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.

▼ M3**▼ C2**

3. Per le categorie di motori H, I e J (fase III A) e K, L e M (fase III B) definite all'articolo 9, paragrafo 3, le seguenti omologazioni e, se del caso, i relativi marchi di omologazione sono riconosciuti equivalenti a un'omologazione concessa ai sensi della presente direttiva:
 - 3.1. Le omologazioni rilasciate a norma della direttiva 88/77/CEE, modificata dalla direttiva 99/96/CE, conformi alle fasi B1, B2 o C di cui all'articolo 2 e all'allegato I, punto 6.2.1;
 - 3.2. Regolamento ECE/ONU n. 49, serie 03 di modifiche, conformi alle fasi B1, B2 e C di cui al punto 5.2.

▼ M3▼ C2*ALLEGATO XIII*

DISPOSIZIONI PER MOTORI IMMESSI SUL MERCATO IN REGIME DI FLESSIBILITÀ

Su richiesta di un costruttore di macchine (OEM) e previo permesso accordato da un'autorità di omologazione, nel periodo compreso tra due fasi successive di applicazione dei valori limite sulle emissioni, un costruttore di motori può immettere sul mercato una quantità limitata di motori che rispettano soltanto i valori limite della fase precedente, in conformità delle seguenti disposizioni.

▼ M7

1. AZIONI DELL'OEM

1.1. Fatta eccezione per la fase III B, l'OEM che intenda far ricorso al regime di flessibilità, a eccezione dei motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e di locomotive, chiede a qualsiasi autorità che rilascia l'omologazione che i propri costruttori di motori siano autorizzati a immettere sul mercato motori a uso esclusivo dell'OEM. Il numero di motori che non sono conformi agli attuali limiti di emissione, ma sono stati omologati secondo i limiti di emissione della fase precedente più recente, non supera i valori massimi di cui ai punti 1.1.1 e 1.1.2.

1.1.1. Il numero di motori immessi sul mercato in regime di flessibilità non supera, per ogni categoria di motore, il 20 % del quantitativo annuale di macchine dotate di motori di tale categoria immesse sul mercato dall'OEM (calcolato come media delle vendite degli ultimi cinque anni sul mercato dell'Unione). Qualora un OEM abbia immesso sul mercato dell'Unione macchine per meno di cinque anni, la media è calcolata sulla base del periodo in cui l'OEM ha immesso macchine sul mercato dell'Unione.

1.1.2. Quale alternativa opzionale al punto 1.1.1 e a eccezione dei motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e di locomotive, l'OEM ha facoltà di richiedere per i propri costruttori di motori l'autorizzazione a immettere sul mercato un numero fisso di motori ad uso esclusivo dell'OEM. Il numero di motori di ciascuna categoria di motore non supera i seguenti valori massimi:

| Categoria di motore P (kW) | Numero di motori |
|----------------------------|------------------|
| $19 \leq P < 37$ | 200 |
| $37 \leq P < 75$ | 150 |
| $75 \leq P < 130$ | 100 |
| $130 \leq P \leq 560$ | 50 |

1.2. Durante la fase III B, ma per un periodo non superiore a tre anni dall'inizio di detta fase, a eccezione dei motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e di locomotive, l'OEM che intenda far ricorso al regime di flessibilità chiede a qualsiasi autorità che rilascia l'omologazione che i propri costruttori di motori siano autorizzati a immettere sul mercato motori ad uso esclusivo dell'OEM. Le quantità di motori che non sono conformi agli attuali limiti di emissione, ma sono stati omologati secondo i limiti di emissione della fase precedente più recente, non superano i valori massimi stabiliti ai punti 1.2.1 e 1.2.2.

▼ M7

- 1.2.1. Il numero di motori immessi sul mercato in regime di flessibilità non supera, per ogni categoria di motore, il 37,5 % del quantitativo annuale di macchine dotate di motori di tale categoria immesse sul mercato dall'OEM (calcolato come media delle vendite degli ultimi cinque anni sul mercato dell'Unione). Qualora un OEM abbia immesso sul mercato dell'Unione macchine per meno di cinque anni, la media è calcolata sulla base del periodo in cui l'OEM ha immesso macchine sul mercato dell'Unione.
- 1.2.2. Quale alternativa opzionale al punto 1.2.1, l'OEM ha facoltà di richiedere per i propri costruttori di motori l'autorizzazione a immettere sul mercato un numero fisso di motori a uso esclusivo dell'OEM. Il numero di motori di ciascuna categoria di motore non supera i seguenti valori massimi:

| Categoria di motore P (kW) | Numero di motori |
|----------------------------|------------------|
| $37 \leq P < 56$ | 200 |
| $56 \leq P < 75$ | 175 |
| $75 \leq P < 130$ | 250 |
| $130 \leq P \leq 560$ | 125 |

- 1.3. Per quanto riguarda i motori destinati alla propulsione di locomotive, durante la fase III B, ma per un periodo non superiore a tre anni dall'inizio di detta fase, un OEM ha facoltà di richiedere per i propri costruttori di motori l'autorizzazione ad immettere sul mercato un massimo di sedici motori ad uso esclusivo dell'OEM. L'OEM può inoltre chiedere l'autorizzazione per i suoi costruttori di motori a immettere sul mercato un massimo di dieci motori ulteriori con potenza nominale superiore a 1 800 kW da installare su locomotive destinate esclusivamente a essere utilizzate nella rete del Regno Unito. Si considererà che le locomotive soddisfano tale requisito solo se sono in possesso o sono in grado di ottenere un certificato di sicurezza per il funzionamento nella rete del Regno Unito.

Tale autorizzazione è concessa solo in presenza di motivi tecnici che rendono impossibile ottemperare ai limiti di emissione della fase III B.

- 1.4. Nella richiesta all'autorità che rilascia l'omologazione, l'OEM include le seguenti informazioni:
- a) un campione delle marcature da applicare su ogni esemplare di macchina mobile non stradale su cui sarà installato un motore immesso sul mercato in regime di flessibilità. Le marcature recano il testo seguente: «MACCHINA n. ... (numero sequenziale delle macchine) SU ... (numero totale di macchine nella rispettiva fascia di potenza) DOTATA DI MOTORE n. ... CON OMOLOGAZIONE (direttiva 97/68/CE) n. ...»;
 - b) un campione della marcatura aggiuntiva da applicare al motore e recante la dicitura indicata al punto 2.2.
- 1.5. L'OEM fornisce all'autorità che rilascia l'omologazione ogni informazione necessaria relativa all'attuazione del regime di flessibilità che l'autorità che rilascia l'omologazione possa richiedere per adottare una decisione.
- 1.6. L'OEM fornisce alle autorità degli Stati membri che rilasciano l'omologazione, su loro richiesta, ogni informazione di cui esse hanno bisogno per confermare la correttezza della dichiarazione o della marcatura relativa all'immissione sul mercato di un motore in regime di flessibilità.

▼ C2

2. AZIONI DEL COSTRUTTORE DEL MOTORE
 - 2.1. Un costruttore di motori può immettere sul mercato motori nell'ambito di un regime flessibile se dispone dell'autorizzazione di cui al punto 1 del presente allegato.
 - 2.2. Il costruttore di motori è tenuto ad apporre sui motori in questione una marcatura con il testo seguente: «Motore immesso sul mercato in regime di flessibilità».
3. AZIONI DELL'AUTORITÀ CHE RILASCIA LE OMOLOGAZIONI
 - 3.1. L'autorità di omologazione valuta la richiesta di ricorso al regime di flessibilità e la documentazione allegata. Essa informa quindi l'OEM della decisione, positiva o negativa, raggiunta in merito alla concessione del ricorso al regime di flessibilità.

▼M3
▼C2

ALLEGATO XIV

Fase II CCNR ⁽¹⁾

| P_N (kW) | CO (g/kWh) | HC (g/kWh) | NO _x (g/kWh) | PT (g/kWh) |
|---------------------|---------------|---------------|---|---------------|
| $37 \leq P_N < 75$ | 6,5 | 1,3 | 9,2 | 0,85 |
| $75 \leq P_N < 130$ | 5,0 | 1,3 | 9,2 | 0,70 |
| $P \geq 130$ | 5,0 | 1,3 | $n \geq 2\,800 \text{ tr/min} = 9,2$ $500 \leq n < 2\,800 \text{ tr/min}$ $= 45 n^{(-0.2)}$ | 0,54 |

⁽¹⁾ Protocollo 19 CCNR, risoluzione della Commissione centrale per la navigazione sul Reno del 11 maggio 2000.

▼M3
▼C2

ALLEGATO XV

Fase II CCNR ⁽¹⁾

| P_N (kW) | CO (g/kWh) | HC (g/kWh) | NO _x (g/kWh) | PT (g/kWh) |
|----------------------|---------------|---------------|---|---------------|
| $18 \leq P_N < 37$ | 5,5 | 1,5 | 8,0 | 0,8 |
| $37 \leq P_N < 75$ | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,4 |
| $75 \leq P_N < 130$ | 5,0 | 1,0 | 6,0 | 0,3 |
| $130 \leq P_N < 560$ | 3,5 | 1,0 | 6,0 | 0,2 |
| $P_N \geq 560$ | 3,5 | 1,0 | $n \geq 3\ 150\ \text{min}^{-1} = 6,0$ $343 \leq n < 3\ 150\ \text{min}^{-1} =$ $45\ n^{(-0,2)} - 3$ $n < 343\ \text{min}^{-1} = 11,0$ | 0,2 |

⁽¹⁾ Protocollo 21 CCNR, risoluzione della Commissione centrale per la navigazione sul Reno del 31 maggio 2001.